

Der Schädel von Kegel.

Eine anthropologische Studie

von

A. Rauber.

(Mit 16 Textfiguren und Tafel IV—XI.)

N^o 115644

Inhaltsübersicht.

Einleitung	41	II. Innere Untersuchung	115
1. Der Fundplatz	43	1. Innenwand des Schädels	115
2. Aufgabe der inneren Unter- suchung	45	2. Innere Messung	122
3. Horizontalebenen	52	a) Kapazität	122
I. Äussere Untersuchung	58	b) Lineare Werte	122
1. Einzelne Knochen	58	c) Innere Indices	125
2. Sinus nasales	75	d) Innere Winkel	131
3. Suturae	77	III. Einstellung beider Schädel in verschiedene Ebenen	147
4. Lineae temporales	79	IV. Die Neigung der Stirn	160
5. Äussere Messung	82	V. Versuche an Drahtmodellen	166
a) Lineare Werte	82	VI. Gewicht und Dicke	189
b) Indices	88	VII. Schluss	192
c) Äussere Winkel	91	VIII. Zusammenfassung	199
6. Norma verticalis und occi- pitalis	111	IX. Tafelerklärungen	208

Dem älteren Bestand der anatomischen Sammlung in Dorpat gehört ein eigentümlicher Schädel an, welcher sich von allen anderen durch eine Reihe von Merkmalen unterscheidet, die nur selten zusammen angetroffen werden. Fliehende Stirn, stark hervorragende Augenbrauenwülste, langgestreckte Schädelform, geringe Kapazität, altertümlicher Fundplatz, Merkmale oberflächlicher Verwitterung — sind das nicht Eigenschaften genug, welche die Vermutung einer Verwandtschaft mit der neuerdings so wichtig gewordenen Neandertaler Gruppe

von Schädeln wachrufen müssen? Über ihn soll im folgenden ausführlich berichtet werden.

Nicht zum ersten Mal findet jetzt dieser Schädel literarische Erwähnung. Ich selbst habe im Jahre 1902 auf ihn aufmerksam gemacht und zwar in der 6. Auflage meines anatomischen Lehrbuches. Auf S. 309 sind zwei Abbildungen von ihm gegeben mit der Erklärung: Langschädel von neandertaloidem Typus, aus einem Grabe bei *Kegel* (Nord-Estland, Ostsee). Kapazität 1320 ccm; a) Norma lateralis (dextra), b) Norma verticalis. Ca. $\frac{1}{3}$.

Diese Angaben enthalten in Verbindung mit den nach Photogrammen hergestellten Abbildungen schon viel Wichtiges, aber sie sind doch bei weitem nicht erschöpfend. Schon lange gehe ich daher mit dem Gedanken einer eingehenderen Darstellung um, welche den Schädel nach Verdienst zu würdigen im stande wäre; nunmehr ist die Absicht zur Wirklichkeit geworden.

Wenn es hiernach auch mein erstes Ziel ist, den Schädel von Kegel mit allen neueren Hilfsmitteln zu untersuchen, so ist es doch nicht das einzige. Meine Aufgabe ist vielmehr eine weitergehende. Der einzelne Fall gibt mir nämlich die willkommene Gelegenheit, zu verschiedenen Fragen allgemeiner Natur Stellung zu nehmen, welche in der anthropologischen Wissenschaft der Gegenwart einen bedeutenden Rang einnehmen und welche zum Teil gleich am Anfang beantwortet werden müssen. Einen so grossartigen Aufschwung die neuere Anthropologie auch genommen hat, so bewegt sie sich doch auf manchen Gebieten nur mühsam tastend vorwärts. Die richtige Beantwortung einiger der schwebenden Fragen wird dazu beitragen, die Schwierigkeiten der zukünftigen Bahn zu vermindern und die Erfolge zu vergrössern.

Da der Schädel von Kegel schon vor meiner Zeit in die hiesige Sammlung gelangt ist, könnte es auffallend erscheinen, dass er nicht schon lange zuvor zu einer Untersuchung Veranlassung gegeben hat; doch ist mir hierüber nichts bekannt geworden. Sollte es dennoch geschehen sein, so wird es sich finden. Auf alle Fälle wäre nur die äussere Beschaffenheit des Schädels beschrieben worden. Hier aber wird auch über die inneren Verhältnisse Bericht erstattet werden.

Für derartige Seltenheiten, deren Beurteilung noch dazu auf Schwierigkeiten stösst, wäre übrigens eine zweite Untersuchung nicht zu viel. Selbst einer dritten werde ich mit Vergnügen entgegensehen. Sie ist immer erwünscht, oft genug dringend notwendig — man denke nur an den Neandertaler Schädel selbst — und möge durch die meinige recht bald hervorgerufen werden. An solchen Dingen müssen verschiedenartige Kräfte sich versuchen.

1. Der Fundplatz.

Das ist der Punkt, über welchen leider am wenigsten ausgesagt werden kann; so dass wir zur Beurteilung des Schädels fast ausschliesslich auf dessen gegenständliche Untersuchung angewiesen sind. Vorn auf dem Stirnbein trägt der Schädel die ganze Nachricht über seinen Fundplatz in der mit Tusche gemachten Aufschrift: *aus Kegel*. Mehr hat auch das ältere Sammlungsbuch nicht zu melden. Vielleicht wird später ausführlichere Kenntnis über die Auffindung zu gewinnen sein. Gerade aus der vorhandenen Mangelhaftigkeit des Fundberichtes kann man indessen mit einiger Berechtigung entnehmen, dass es sich bei dem Schädel um keine ungewöhnliche Lagerstätte handle, dass man daher wohlthue, ihn einstweilen als einen einfachen Gräberschädel zu betrachten, vorbehaltlich späterer Ergänzungen und Berichtigungen. *Kegel* ist ein *Stationsort* der Eisenbahnlinie Reval—Baltischport, in der Nähe der Ostsee. Ganz am Strande liegt die *Villenkolonie* Kegel. Beide Plätze sind beliebte Sommerfrischen für die nähere und entferntere Umgebung.

Dem Schädel fehlt der Unterkiefer, es fehlen alle übrigen Knochen des Skelettes; Beigaben sind unbekannt. Die Mangelhaftigkeit des historischen Materials und das Fehlen der übrigen Knochen findet jedoch bis zu einem gewissen Grade Ersatz in dem guten Erhaltungszustand des Vorhandenen. Die ganze Schädelbasis, das ganze Schädelgewölbe, beide in unversehrtem natürlichen Zusammenhang, sind so vorzügliche Gaben, dass sie für die Untersuchung kaum zu wünschen übrig lassen. Um diese Gaben gebe ich die bestehenden Mängel gern dahin. Was würde beispielsweise an dem vorhandenen, oder nur bruchstücksweise erhaltenen Schädelgewölbe gegenwärtig noch viel

Wertvolles sein, wenn, wie es bei den wichtigsten Schädeln so oft der Fall war, die ganze Basis des Schädels fehlte! Hier aber liegt beides in bester Verfassung vor.

Die Farbe des Schädels ist im allgemeinen ein Grau von mittlerer Helligkeit, dem ein Stich ins Gelbliche sich beimischt. Es fehlt jede Spur von Fett. Von färbenden Einflüssen der Umgebung ist der Schädel freigeblieben; man kann daher eine färbende Umgebung ausschliessen. Die linke Schädelhälfte zeigt eine viel gleichmässigere und reinere Farbe als die rechte, so dass man hieraus vielleicht auf eine frühere Seitenlage des Schädels in der Erde oder Grabkammer schliessen kann.

Auffallend sind am Stirnbein, am rechten Scheitelbein und an der rechten Schläfenschuppe zahlreiche *dunklere Flecken* von einigen Millimetern Durchmesser. Ihre Farbe ist teils schwärzlich, teils bräunlich. Sie stehen in weiteren oder kleineren Abständen, fliessen da und dort auch zusammen. Sie dringen nicht in die Tiefe, sondern halten sich ganz in und auf den oberflächlichen Knochenschichten auf; mit scharfem Messer lassen sie sich leicht abschaben und könnten auf ihre Besonderheiten genauer erforscht werden; sie machen zunächst den Eindruck der Ansiedelung von Pilzkolonien.

Die Oberfläche des Schädeldgewölbes lässt zahlreiche *Erosionen* erkennen. Besonders ausgedehnt sind sie im mittleren Gebiet der rechten Stirnbeinschuppe; aber auch beide Scheitelbeine sind von erodierten Stellen übersät. Der Knochen ist auf der äusseren und inneren Oberfläche weicher, zerreiblicher, als frisch mazerierter; viel leichter lassen sich mit dem Messer kleine Teilchen abschaben; aber im ganzen ist seine Festigkeit doch noch so gross, dass bei vorsichtiger Behandlung für die fernere Erhaltung des Schädels nichts zu befürchten steht.

Die anatomische Sammlung besitzt ausser diesem ungewöhnlichen noch *vier andere Schädel* aus Kegel. Einer von ihnen stimmt in den Hauptdurchmessern mit dem ungewöhnlichen überein. Ja seine Stirn ist sogar ein wenig zurückliegend und zugleich niedrig. Und merkwürdigerweise besitzt derselbe Schädel eine Eigentümlichkeit, die uns später bei dem ungewöhnlichen noch beschäftigen wird: der Angulus

sphenoidalis des Parietale ist zu einem langen *Processus* sphenoidalis ausgezogen, und zwar auf beiden Seiten. Auf der linken Seite ist zugleich damit eine Stufenbildung im Margo und in der Sutura coronalis verbunden, von welcher ebenfalls später ausführlich die Rede sein wird. Rechterseits fehlt die Stufenbildung, obwohl der Fortsatz da ist; an Stelle der Stufe ist ein bogenförmiger Übergang zu stande gekommen.

An Farbe unterscheidet sich dieser Schädel beträchtlich von dem ungewöhnlichen; dieser ist grau, jener tief bräunlich. Ein helleres Braun zeigen zwei andere Schädel dieser Gruppe; der dritte aber, sonst ganz verschieden, hat die graue Farbe des ungewöhnlichen, doch ohne schwarze Flecken. Beide waren in gleich beschaffenem, von dem Lager der übrigen verschiedenen Boden gebettet. Die beiden Schädel von grauer Farbe kommen noch in einem anderen nebensächlichen Punkt überein: beide befanden sich in Seitenlage im Boden. Die eine Seite ist glatt und zeigt den nackten Knochen; die andere ist rauh, wie von einer Pilzvegetation überkleidet, durch Schaben mit dem Messer kann der dünne feste Überzug entfernt werden.

Zwei von den Schädeln aus Kegel haben ansehnliche, über das Mittel hinausgehende, der eine von ihnen sogar grosse Durchmesser; beide zeichnen sich durch Orthognathie aus. Der Unterkiefer fehlt allen Schädeln dieser Gruppe.

2. Aufgabe der inneren Untersuchung.

Die Unerlässlichkeit der inneren Untersuchung des Hirnschädels ist von niemand entschiedener dargelegt worden, als von *Th. Huxley*. Schon vor Jahrzehnten hat er die Behauptung aufgestellt, jede Untersuchung eines Schädels, die nicht auch das Innere berücksichtige, sei als unvollständig zu bezeichnen. Obwohl nun schon so lange Zeit seit seiner Mahnung verflossen ist, so sind seine Worte doch nur selten beherzigt worden.

Um zu erkennen, wie berechtigt sein Wunsch war, muss man sich folgende Erwägungen gegenwärtig halten. Der Hirnschädel, das Neurocranium, ist in erster Linie Hirnhülle. Der Pia, Arachnoidea und Dura schliesst sich aussen eine Durior, eine knöcherne, schützende

und tragende Hülle unmittelbar an. Die Innenwand der Schädelhöhle ahmt daher die Aussenform der Dura und des Gehirns am getreuesten nach, ohne einen grösseren Zwischenraum zu setzen, wie ihn die Aussenfläche des Schädels herstellt; ohne eine Menge von teilweise sehr beträchtlichen Aussenwerken hemmend in den Weg zu legen, welche die Aussenfläche des Schädels von seiner Innenfläche unterscheiden. Hieraus geht bereits hervor, dass das Schwergewicht der Untersuchung des Neurocranium notwendigerweise in der inneren Untersuchung gelegen ist, nicht in der äusseren. Die äussere tritt daher als unvollständiger Ersatz ein, wo die innere aus irgend einem wichtigen Grunde nicht vollzogen werden kann, ohne jemals den Wert und das Ergebnis der inneren vollkommen zu erreichen. Sie hat immer nur den Wert eines Notbehelfs.

Das Neurocranium ist aber nicht nur harte Hirnhülle, sondern alle übrigen Körpersysteme, abgesehen vom Nervensystem, treten zu ihm in wichtige, oft sehr eingreifende Beziehungen, welche seine Gestalt, und naturgemäss überwiegend seine *äussere*, in mehr oder minder hohem Grade verändern. Ohne den Einfluss der übrigen Körpersysteme wäre die Aussenform des Neurocranium der Innenform weit ähnlicher, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Zunächst treten andere *Knochen* mit dem Neurocranium in Verbindung und verändern durch die Notwendigkeit ihrer Anfügung dessen Form. Die Verbindung mit der *Wirbelsäule* bedingt die Gegenwart der Condyl occipitales, wodurch gleich eine ansehnliche Veränderung der Aussenform des Neurocranium hergestellt wird, die sonst nicht vorhanden wäre.

Sodann ist die Anfügung des *Gesichtsschädels*, des *Splanchnocranium*, an das Neurocranium zu beachten. So bedingt die Anfügung des Unterkiefers und selbst des Zungenbeins bedeutende Formveränderungen an der Aussenfläche der Temporalia. Die Fossa mandibularis, das Tuberculum articulare, der Processus styloideus geben davon Zeugnis. Aber auch alle übrigen, mit dem Neurocranium in Verbindung tretenden Knochen bleiben, wie der Anblick eines jeden Schädels belehrt, nicht ohne Rückwirkung auf die Aussenform des Neurocranium.

Den Knochen folgen die *Bänder*. Die Ligamenta cranio-vertebralia

lassen am Occipitale ihre Spuren zurück, nicht minder das Ligamentum nuchae. Selbst die Ligamenta mandibulae bleiben nicht ohne Rückwirkung, ob man nun den Discus articularis oder die Seitenbänder in das Auge fasst.

Von sehr bedeutendem Einfluss auf die Aussenform des Neurocranium ist ferner die *Muskulatur*. Das Planum nuchale des Hinterhauptbeins verdankt seine Modellierung wesentlich dem Ansatz der Nackenmuskeln. Aber auch der Körper des Hinterhauptbeins bleibt bekanntlich von Muskeleinflüssen nicht frei. Sehr gross ist ferner der formgestaltende Einfluss der Muskulatur auf die Aussenfläche der Temporalia. Die Gegenwart des Processus mastoideus, der Incisura mastoidea, des Processus zygomaticus liefert den Beweis. Damit kommen wir schon zu dem Einfluss der mächtigen Kaumuskulatur auf die Gestaltung des Neurocranium sowohl wie des Splanchnocranium. Schon die räumliche Unterbringung dieser Muskellager wirkt frühzeitig formgestaltend auf den Schädel ein, sei es auf den des Menschen oder auf den der Tiere. Im fertigen Zustand aber zeigt das Temporale und Sphenoidale, das Parietale, Frontale und Zygomaticum so auffällig die Einwirkung der Kaumuskulatur, dass es genügen muss, hieran erinnert zu haben. Als noch stärker von der Muskulatur beherrschte Knochen machen sich geltend der Unterkiefer und das Zungenbein. In einem gewissen Gegensatze zur Grösse des Einflusses der Nacken- und der Kaumuskulatur auf die äussere Gestalt des Schädels steht die mimische Muskulatur. Aber auch sie ist bekanntlich nicht ganz ohne Einfluss auf die Modellierung sowohl des Neuro- als des Splanchnocranium geblieben.

Auch die Systeme der *Intestina* sind von weitgehendem Einfluss auf die Schädelform. Die Unterbringung der Zähne, der Zunge, der Speicheldrüsen, des weichen Gaumens, des Schlundes liefert den Beweis. Selbst das Neurocranium bleibt von der Einwirkung der Intestina nicht unbeteiligt, wie das Schlundfeld des Schädelgrundes vor die Augen stellt.

Wir kommen zu dem Einfluss der *Gefässe* auf die Schädelform. Das Gefässsystem wirkt theils modellierend auf die *Aussenform* des Schädels ein, theils auf die *Innenform*; ja der innere formgestaltende

Einfluss ist hier überwiegend. Arterien und Venen kommen dabei in Frage. Die Arteria carotis interna zeigt die Spuren ihres Verlaufes an der Aussen- und Innenfläche des Neurocranium. Viele Äste der inneren und äusseren Carotis prägen Teile ihrer Bahn am Schädel aus. Was aber Venen betrifft, so genügt es, an die Lagerplätze der Sinus der harten Hirnhaut und an die Abflüsse dieser Sinus zu erinnern.

In hohem Grade formgestaltend wirkt ein Teil der *Sinnesorgane* auf die Aussen- und Innenfläche des Schädels ein. Die Unterbringung der Sehorgane, Gehör- und Geruchsorgane, das Organon vomero-nasale eingeschlossen, zeigt deutlich, in welchem Grade das geschieht.

Aus diesem Überblick auf die vielfältigen Einflüsse, welche auf die Aussenform des Neurocranium formgestaltend einwirken, erhellt klar, wessen wir bedürfen. Die Untersuchung der *Aussenform* des Neurocranium hat die Umgestaltungen alle, die sie erfahren hat, nicht in den Hintergrund zu stellen, sondern umgekehrt gerade in den Vordergrund. Wir wollen das Maass der Umgestaltungen, den Grad der Unterschiede des Aussen- und Innenschädels kennen lernen. Darauf kommt es an. Die äussere Untersuchung des Schädels ist ebenso vollberechtigt wie die innere, aber sie hat grundsätzlich ein anderes Ziel. Beide können nicht beliebig einander vertreten. Wo es auf das Verhältnis des Schädels zur Hirnform ankommt, da haben wir den Innenschädel zu untersuchen; bei der Untersuchung der Aussenform dagegen haben wir das Hauptaugenmerk auf die Umgestaltungsvorgänge und die von ihnen bewirkten Formunterschiede zu richten. Den Aussenschädel allein des Innenschädels wegen untersuchen zu wollen, wäre ein grundsätzlich fehlerhaftes Beginnen. Denn auch sämtliche Aussenwerke des Schädels sind wichtige, wenn man will gleichwichtige Tatsachen der bildenden Kräfte des Organismus.

Nun geht es freilich in manchen Fällen nicht an, das Innere zu gewinnen. Wo gute Gründe die Zerlegung eines Schädels verhindern, da bleibt der äusseren Untersuchung die doppelte Aufgabe, teils die Aussenform kennen zu lernen, teils aushilfsweise und unvollkommen die innere Untersuchung zu ersetzen. Wo aber die innere Untersuchung ohne triftigen Grund versäumt worden ist, da wird der Vorwurf der Unvollständigkeit gerechtfertigt erscheinen müssen.

Wie ist bei einem zur Zerlegung geeigneten menschlichen oder tierischen Schädel technisch zu verfahren?

Man wird einen zur Zerlegung bestimmten Schädel vorher auf seine Kapazität untersuchen, wiegen und zeichnerisch so vollständig aufnehmen, als es sich gehört; in wichtigen Fällen wird man auch Abgüsse verschiedener Art von ihm nehmen.

Die Zerlegung selbst kann in sagittaler, horizontaler und frontaler Richtung, immer mit einer grossen feinen Bogensäge, vorgenommen werden. In sagittaler Richtung genügt ein einziger Schnitt, der mediane oder leicht paramediane. Auch in horizontaler Richtung genügt ein Schnitt, welcher dann nach einer bestimmten Horizontalebene orientiert werden muss. Wollte man in frontaler Richtung eröffnen, so liessen sich vielleicht zwei wichtige Schnitte gewinnen, die ebenfalls auf eine Horizontale einzustellen wären. Je nach dem besonderen Ziele, das erreicht werden soll, wird die eine oder die andere der drei Schnittrichtungen gewählt werden. Ich habe den Medianschnitt bevorzugt und kann daher nur über die mit ihm erhaltenen Ergebnisse der inneren Untersuchung berichten.

Die innere Untersuchung hat es zu tun mit der Kenntnissnahme aller Eigentümlichkeiten der Wände der Schädelhöhle, d. i. mit dem Verhältnis der Lage dieser Wände zu der Aussenfläche des Schädels, mit den Krümmungsverhältnissen der Innenflächen der Knochen, welche die Schädelhöhle begrenzen, mit den inneren Nahtlinien, mit dem gesamten Relief der Wände, mit den Raumverhältnissen der Höhle, mit allen wichtigen Linien- und Winkelmaassen.

Die vorhandenen anthropologischen Instrumentarien, so reich sie auch an manchen Orten ausgestattet sein mögen, sind zur Erfüllung dieser Aufgaben schwerlich alle ausreichend. Es kommen folgende Dinge in Betracht.

Zur Bestimmung der Höhlenform eignet sich vortrefflich deren Positiv, der von einem erfahrenen Formator aus diesem oder jenem Material hergestellte *Höhlenausguss*. Zu Höhlenausgüssen wird man den uneröffneten Schädel nur selten verwenden, ohne Schaden aber den median geteilten. Die beiden Hälften des Schädels werden durch Haken, Binden fest aneinander gepresst, verkittet und dann nach den

Regeln der Kunst verfahren. Der durch die Säge entstandene Verlust an Querdurchmesser, Horizontal- und Frontalumfang kann leicht gemessen und berechnet werden. Da das Volum der Höhle schon vor dem Ausgiessen und vor der Zerlegung gemessen worden ist, so kann der Volumverlust durch die Kapazitätsbestimmung *nach* der Zerlegung, bei aufeinandergepressten Schädelhälften, ebenfalls festgestellt werden.

In grösserem Maassstabe sind Höhlenausgüsse zuerst von *Th. L. W. Bischoff* verwendet worden. Neuerdings hat das Verfahren auch bei *G. Schwalbe* Anerkennung und Benützung gefunden.¹⁾

Eine andere Art von positiver Umwandlung der Schädelhöhlenhälften ist die Ausfüllung dieser Höhlenhälften mit senkrecht auf die Schnittebene eingeführten *Stäbchen*. Eine Schädelhälfte wird, die Schnittfläche nach oben gewendet, horizontal auf eine passende Unterlage festgelegt, die Höhle hierauf mit langen Holzstäbchen dicht angefüllt, bis zu den äussersten Rändern. Eine schon vorher besorgte passende grosse Klammereinrichtung kommt dann auf die Schnittfläche der Schädelhälfte zu liegen, wird zur festen Umschliessung aller Stäbchen gebracht und dient dazu, die Gesamtheit aller Stäbchen wie eine kompakte Holzmasse aus der Höhlenhälfte herauszuheben. Ebenso wird mit der anderen Schädelhälfte verfahren.

Statt dieses *Klammerapparates* bediente ich mich mit Vorteil eines *Tiefenmessers*. Ein aus Holz gearbeitetes Parallelepipedon von quadratischem Querschnitt und 12 bis 15 mm Seite, also etwa ein dickes Lineal von 30 cm Länge, wird in der Längs- und Quermittle von einem Kanale senkrecht durchbohrt, welcher einen langen, am einen Ende zugespitzten Metallstab von 2 Millimeter Durchmesser und 200 Millimeter Länge aufnimmt. Der Stab trägt Millimeterteilung, nur das zugespitzte Endstück nicht, in einer Länge, welche der Dicke des Lineals entspricht. Nun wird das Lineal quer über die Schnittfläche und Höhle der Schädelhälfte gelegt, welche, die Höhle aufwärts gewendet, in horizontaler Lage befestigt ist. Den Metallstab drückt man an einer Stelle in die Tiefe, deren Tiefstand gemessen werden

¹⁾ *G. Schwalbe*, Über das Gehirnrelief des Schädels bei Säugetieren. Zeitschrift f. Morphologie u. Anthropologie. Bd. VII, Heft 2. 1904. — Dieselbe Zeitschrift. Bd. I, Heft 1. 1899. Studien über Pithekanthropus erectus.

soll. Eine kleine, quer zur Kanalrichtung am Lineal angebrachte Schraube dient zur Befestigung des Metallstabes, nachdem er die Tiefe erreicht hat. Jetzt kann das Lineal mit dem Metallstab abgehoben und die Tiefe der betreffenden Höhlenstelle abgelesen werden.

Die Tiefe der einen Schädelhälfte sei an einer bestimmten Stelle $= t$; die der anderen Hälfte an der gleichen Stelle $= t'$. Dann ist die Höhlenbreite an der betreffenden Stelle $t + t' + v$. Mit v ist der Verlust bezeichnet, welcher durch die Anwendung der Säge entstanden ist; er braucht nicht mehr als 1 mm zu betragen, ist aber für die einzelne Säge festzustellen.

Auf diese Weise gelingt es unschwer, die innere oder Höhlenbreite eines median halbierten Schädels an irgend einer Stelle zu bestimmen.

Wohl immer wird man bei einem solchen Versuch auch zu erfahren wünschen, wie dick gerade an der betreffenden Stelle die Schädelwand sei, so dass man zugleich die *äussere* Breite des Schädels an der betreffenden Stelle erfährt. Für diesen Zweck bedarf es eines *Dickenmessers* der Schädelwand, als welcher ein feinerer Tasterzirkel Verwendung finden kann.

Hat man eine andere Art von Dickenmesser zur Verfügung, so kann man auch bei uneröffnetem Schädel die innere Breite des Schädels, d. i. die Breite der Schädelhöhle an einer bestimmten Stelle ermitteln. Man misst zunächst die äussere Breite des Schädels an jener Stelle, ebenda die Dicke der rechten und linken Wand und bringt die kleine Summe von jenem Betrag in Abzug.

Ein anderes Verfahren muss Platz greifen, wenn es sich darum handelt, die *Längenverhältnisse* der Höhle eines median eröffneten Schädels zu ermitteln. Für diesen Zweck bediente ich mich eines *Schiebestabes* mit Erfolg. Auch ein mit den Enden nach *aussen* greifender Tasterzirkel kann zur Erfüllung dieser Aufgabe Verwendung finden. Der *Schiebestab* besteht aus einem, am einen Ende zugespitzten, im übrigen Teile hohlen Zylinder von bestimmter Länge (12 cm), dessen Höhlung einen graduierten Stab von derselben Länge verschieblich und feststellbar aufnimmt. Man legt das spitze Ende des Hohlzylinders beispielsweise an die tiefste Stelle der Fossa occipitalis des Hinterhauptbeins, zieht den graduierten Stab so weit aus, dass er mit seinem freien spitzen Ende die Stelle der Fossa frontalis der

gleichen Seite berührt und stellt ihn mit der seitlich angebrachten Schraube fest. Kann man den Apparat nicht herausheben, so bleibt nichts übrig, als in situ abzulesen, was ja ohne Schwierigkeit gelingt.

Kommt es nur darauf an, an einem Schädel, der nicht eröffnet werden soll, an einigen bestimmten Stellen die Ausdehnung der Schädelhöhle zu ermitteln, an einigen Stellen, an welchen man auch *äussere* Maasse genommen hat, — so kann man sich eines feinen Drillbohrers bedienen. Man bohrt an den gewünschten Stellen durch die Schädelwand, bestimmt hier deren Dicke und hat es dadurch auf einfache Weise erreicht, wenigstens einige wichtige innere Maasse mit den äusseren vergleichen und für die vorliegende Aufgabe in Rechnung bringen zu können.

3. Horizontal-Ebenen.

Der Frankfurter Horizontal-Ebene, welche freilich seit ihrer Empfehlung im Jahre 1884 nie ohne gefährliche Gegner geblieben ist, droht unter dem Einfluss der auch auf geistigem Gebiet unermüdlichen Auslese ein naher Untergang. Ist er eingetreten, dann wird eine ausgedehnte Umarbeitung anscheinend längst erledigter Gegenstände dringend notwendig. Welches sind die Gebrechen, die man der Frankfurter Verständigung entgegenhält? Welches die neuen Wege, die an die Stelle jener zu treten berufen sind?

Unter der Frankfurter Horizontalen versteht man bekanntlich jene Ebene, welche bestimmt wird durch zwei Gerade, die beiderseits den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über der Mitte der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des äusseren Gehörgangs verbinden.

Der eine, der Frankfurter Horizontalen gemachte Tadel ruht auf *geometrischer* Grundlage. Eine Ebene wird durch drei, nicht aber durch vier Punkte bestimmt. Handelt es sich zwar bei der Frankfurter Horizontalen um vier Punkte, von welchen die beiden vorderen und die beiden hinteren je in symmetrischer Lage sich befinden, so ist doch erfahrungsgemäss der Schädel nie so vollkommen symmetrisch gebaut, dass nicht bei Anwendung jener Ebene mehr oder minder bedeutende Unmöglichkeiten entstehen müssen.

Ein zweiter Tadel ruht auf *morphologischer* Grundlage. Die

Frankfurter Horizontale geht jederseits von einem Punkte des Neurocranium aus und verbindet diesen mit einem Punkte des Splanchnocranium. Bei Untersuchungen besonders, die allein das Neurocranium zum Gegenstand haben, wird diese Vermischung beider Schädelgebiete unangenehm empfunden und kann vielleicht sogar zu wissenschaftlichen Irrtümern führen. Es liegt daher die Neigung vor, auch die vorderen Endpunkte der Ebene am Neurocranium zu suchen.

Beide Übelstände, den geometrischen und den morphologischen, vermeidet, und beide hieraus sich ergebenden Forderungen erfüllt die von *Rieger* vorgeschlagene, oder die *Würzburger* Horizontale. Sie hat folgende drei Bestimmungspunkte: die *Protuberantia occipitalis externa* und die höchsten Stellen der beiden *Margines supraorbitales*.

Die Begründung dieser Ebene ist gut. Ein besonders für ihre Annahme sprechender Umstand liegt darin, dass sie eine zwar nicht genaue, aber doch möglichst genaue Grenze anzeigt zwischen dem Grosshirn, welches oberhalb der Ebene, und dem Rautenhirn, welches unterhalb der Ebene seine Lage hat. Sie scheidet also den zugehörigen oberen Schädelraum von dem unteren mit brauchbarer Genauigkeit.

Aus diesem Grunde wird diese Ebene den Kampf ums Dasein bestehen und der Wissenschaft dauernd nützlich sein. Mehrere Anthropologen haben sie denn auch bereits angenommen; sie ist in jüngster Zeit besonders von Schwalbe warm empfohlen und durchgehends benützt worden. Schwalbe hat ihr noch eine *Medianlinie* beigelegt, die *Nasion-Inionlinie*, deren Wert für die Untersuchung von Medianschnitten des Schädels ebenso sicher begründet ist, wie der Wert jener Ebene.

Bei dieser Sachlage der Frankfurter Ebene gedenkend, darf ich es nicht unterlassen, ihr in einem der beiden oben erwähnten Punkte des Tadels zu Hilfe zu kommen und so eine Art Ehrenrettung der Frankfurter Ebene zu bewirken. Der geometrische Tadel ist nicht ganz zu beseitigen, wohl aber der morphologische.

Die *Infraorbitalränder*, deren sich die Frankfurter Ebene bedient, sind auch mit Bezug auf das Neurocranium keine so unbedingt verwerflichen Stellen, als es scheint. Sie können sehr wohl die Geltung beanspruchen, nicht allein die obere Grenze des Splanchnocranium, sondern auch die untere Grenze des Neurocranium im frontalen Gebiete darzustellen. Gerade der genetische Standpunkt bringt die erforder-

liche Stütze dieser Anschauung herbei. Ist es nicht allgemein bekannt, dass das Auge nicht nur ein Sinnesorgan, sondern auch ein *Hirnteil* ist? Wohl ist dieser Hirnteil durch das Dach der Orbita vom übrigen Hirn geschieden worden; aber diese für das Auge und das Stirnhirn gleich notwendige Scheidung ändert im Wesen nichts. Rechnet man also die Augen zum Gehirn, so ist die untere Grenze des um die Augen vergrösserten Gehirns die Orbitalplatte des Oberkiefers. So kommt der Margo infraorbitalis, auch soweit er vom Zygomaticum gebildet wird, wieder zu einigem Recht und könnte immer noch als brauchbar angesehen werden.

Die beiden Ohrpunkte allerdings bringen die Angelegenheit der Frankfurter Ebene wieder in einige Gefahr. Wie aber, wenn man die Ohrpunkte aufgeben und statt ihrer das *Inion* einsetzen würde? Das gäbe eine gar nicht ungeeignete Ebene ab. Doch es ist anzunehmen, dass, wer einmal die hinteren Punkte der Frankfurter Ebene aufzugeben sich entschliessen kann, an den vorderen nicht allzu fest hängen wird. Er wird vermutlich entweder alle vier Punkte der Frankfurter Ebene beibehalten oder verwerfen und im letzten Fall sich wohl der Würzburger Horizontalen zuwenden.

Ist denn aber die Würzburger Horizontale ganz einwandfrei? Sie ist es nicht. Denn sie geht von einem intermediären Punkte des Schädeldgewölbes aus (*Inion*) und führt durch zwei Grenzpunkte zwischen dem Gewölbe und der fortgesetzten Basis des Neurocranium. Deutlicher wird dies Verhältnis noch bei der Berücksichtigung der entsprechenden Medianlinie Nasion-*Inion*, die ebenso beurteilt werden muss.

Dies hindert aber nicht, die Würzburger Ebene und die zugehörige Medianlinie aus den oben angegebenen Gründen für eine wichtige, nie dem Untergang geweihte Ebene und Linie aufzufassen. Dennoch würde man zu weit gehen, wenn man sie als die für die Untersuchung des Neurocranium vor allem maassgebenden und für alle an ihm zu lösenden Aufgaben verwendbaren Elemente betrachten wollte. Beide Elemente sind vielmehr da am Platze, wohin sie gehören; sie lassen aber im Stich, wenn sie da verwendet werden, wo sie nicht am Platze sind. Hierüber wird erst an späterer Stelle Ausführlicheres mitzuteilen und beweisendes Tatsachenmaterial vorzulegen sein.

Aber gibt es denn noch eine Ebene und gibt es eine Linie,

welche berechtigt sein könnte, in der Zukunft eine bedeutendere Rolle als sie zu spielen?

Eine solche Linie und eine solche Ebene gibt es in der Tat. Wir brauchen bloss (für bestimmte Aufgaben) das Inion des Schädelsgewölbes zu verlassen und den hinteren entscheidenden Punkt an die Schädelbasis, an das *Basion* von Broca zu verlegen, so ist die *Ebene* bereits gewonnen. Was aber die *Linie* betrifft, so zieht sie vom Basion zum Nasion hinauf. Jenes ist die basale Ebene, diese die basale Linie. Die hier vorgeschlagene basale Ebene, in ihrer Lage bestimmt durch das Basion und die höchsten Punkte der Margines supraorbitales dexter und sinister, will zwar nicht als *horizontale* Ebene Geltung beanspruchen, aber sie will gleich der Nasion-Basionlinie, die *Basis des Schädels* wieder mehr zu Ehren bringen, als es in der Kranio-metrie zur Zeit geschieht.

Die Begründung meines Vorschlages ist nicht schwer. Ob man die Schädelbasis vom vergleichend-anatomischen oder vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus untersucht, so ist sie mit ihrem chordalen und prächordalen Teil auf jeder Altersstufe und bei jeder Tierart an morphologischer Bedeutung mit dem Schädelsgewölbe nicht allein gleichwertig, sondern diesem an Rang weit überlegen. Der Einfluss, welchen der wachsende Schädelgrund auf das wachsende Schädelsgewölbe ausübt, ist immer noch bedeutender als der umgekehrte Einfluss, den das wachsende Schädelsgewölbe auf den Schädelgrund auszuüben vermag. Wir haben daher alle Ursache, der Schädelbasis in der Kranio-metrie nicht eine Nebenrolle anzuweisen, sondern eine führende. Nur eine Verkehrung der Tatsachen kann dazu verleiten, dem Schädelsgewölbe die Führung zu übergeben. Ebenso unangebracht wäre es andererseits, dem Schädelsgewölbe den ihm zukommenden Wert

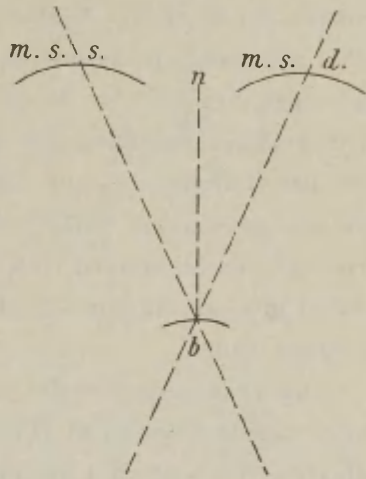


Fig. 1.

Schema der äusseren *Basal-Ebene* (Planum basale externum); *b* Basion; *mss*, *msd* = Margines supraorbitales sinister und dexter; oberster Punkt = Punctum supraorbitale. *nb* Medianlinie zur Basal-Ebene = Nasion-Basionlinie.

zu verkümmern. Man muss vielmehr beiden Teilen Gerechtigkeit widerfahren lassen, der Peripherie und dem Centrum, dem Gewölbobogen und der Basis, die ihn trägt.

Die basale Ebene und Linie werden überall da ihre richtige Verwendung finden, wo es sich um Dinge handelt, die den ganzen Schädel oder das ganze Neurocranium angehen. Die Würzburger Ebene und Linie dagegen werden mit Vorteil in solchen Angelegenheiten verwendet werden, bei denen es sich um Teilgebiete handelt, vor allem also um den Raum für das Grosshirn. Aber sie können selbst hier ihre Geltung verlieren, und zwar dann, wenn der Grosshirnraum und sein deckender Schädelteil auf den angrenzenden Gewölbeteil form- und lageverändernd einwirkt. Wir werden im weiteren Verlaufe dieser Untersuchung ein sehr eindrucksvolles Beispiel dieser Art kennen zu lernen haben.

Gleich an dieser Stelle muss aber bemerkt werden, dass eine einzige basale Linie nicht einmal genügt. Man darf sich nur an die Aufgaben der *inneren* Untersuchung des Schädels, d. i. der Schädelhöhle, erinnern, um sofort diesen Mangel zu empfinden. Die innere Untersuchung zwingt unwiderstehlich zur Aufstellung mindestens einer inneren basalen *Linie*, während eine innere basale *Ebene* eher entbehrt werden kann. Läge aber auch dieses Bedürfnis vor, so müsste diese Ebene in der Weise symmetrisch gelagert werden, dass die innere mediane Linie median in ihr verlief.

Als innere basale Linie ergibt sich bei der Betrachtung der Schädelhöhle und eines Medianschnittes des Schädels ohne Zwang jene, welche das Foramen coecum (Typhlon) mit dem Basion verbindet. Das Basion ist hiernach beiden Linien und beiden Ebenen gemeinsam.

Von basalen Maasselementen sind hiernach im folgenden drei festgehalten:

1. Die (äussere) basale Ebene, Planum basale (externum), bestimmt durch die Schädelpunkte Basion, Puncta supraorbitalia dextrum et sinistrum;
2. die äussere Basallinie, Linea basalis externa, bestimmt durch das Nasion und das Basion;
3. die innere Basallinie, Linea basalis interna, bestimmt durch das Typhlon (For. coecum) und das Basion. —

Anmerkung. Durch fortgesetztes Suchen habe ich in jüngster Zeit ein Päckchen Karten aufgefunden, aus welchen sich bereits ergibt, dass eine frühere Untersuchung des fraglichen Schädels zugleich mit einer Anzahl anderer stattgefunden hat. Eine Veröffentlichung jedoch ist unterblieben.

Über die fünf Schädel aus Kegel geben jene Karten folgende willkommene Auskunft, die ich auf Grundlage der Karten zusammengestellt habe:

Die fünf Gräberschädel aus Kegel.

Nummer	Volk	Geschlecht	Alter	Kapazität			Circumferenz			Gerade Länge	Länge II	Breite		Höhe	Stirnbogen	Scheitelbogen	Hinterhauptsbogen	Gesamtbogen	Querbogen	Vorderhauptslänge	Hinterhauptslänge	Mastoidalbreite	For. occipit. magnum		Gaumen		Gesicht		Orbita		Jochbreite	Nase			Nasenzwulstbr.	Oberkiefer	
				Länge	Breite	grösste	kleinste	Länge	Breite			Länge	Breite										Länge	Breite	Höhe	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite		Länge	Breite	Länge		Breite	
19	Este?	m	50?	1340	516	181	179	143	94	135	130	120	121	371	313	94	81	141	32,5	26	47	37	—	110	29	38	135	50	22,5	22	71	53					
20	Este?	m	40 50	1700	558	196	201	152	101	140	140	145	126	411	334	91	103	133	36	33	45	38	—	108	33	40	133,5	50	25	24	65	48					
21	Este?	m	40 50	1530	532	185	186	145	105	136	128	130	127	385	328	95	82	129	34	28	46	34	—	115	31	39	130	52	25	26	69	59					
22	Este?	m	40 50	1420	520	185	178	140	90	136	128	122	118	368	305	85	98	129	34	29	51	34	—	108	33	40	132	56	23	20	73	59					
23	Este?	m	35 45	1320	524	187	173	138	91	134	123	127	117	367	306	87	96	131	34,5	31	51	34	—	110	32	38	131	51	20	19	75	—					

Der *letzte* aus dieser Reihe, mit Nr. 23 bezeichnet (die Nummer ist auf Tafel I, Fig. 1 erkennbar), ist der Gegenstand unserer Untersuchung. Der mit Nr. 22 bezeichnete bekundet in Längenbreiten- und Längenhöhen-Index formale Verwandtschaft mit ihm; es ist derselbe Schädel, dessen Stirn zugleich ein wenig zurückgelegt und niedrig erscheint und der auf beiden Seiten an Stelle eines Angulus sphenoidalis des Seitenwandbeins einen Processus sphenoidalis besitzt; aber nur linkerseits ist zugleich eine Stufenbildung in der Sutura coronalis ausgebildet; rechterseits ist die Stufe durch einen bogenförmigen Übergang ersetzt.

I. Äussere Untersuchung des Schädels von Kegel.

1. Einzelne Knochen.

Occipitale.

Der Körper des Hinterhauptbeins ist mit dem des Keilbeins knöchern verbunden. Die Seitenflächen des Körpers zeigen ungewöhnlich scharf begrenzte und vertiefte raue Flächen zur Aufnahme der Bandmassen der Syndesmosis petro-occipitalis, so dass man sehr wohl jederseits eine Facies petro-occipitalis unterscheiden kann, welche mit der entsprechenden, ebenfalls scharf begrenzten Verbindungsfläche der Pars petrosa eine grosse, lateral-vorwärts konkave Kluft, Fossa petro-occipitalis, herstellt. Erst ihr tiefster, an die Innenflächen beider Nachbarknochen reichender Grund lässt die Bezeichnung Fissura petro-occipitalis als passend erscheinen. Die Fossa postcondyloidea der Pars lateralis dextra ist flach, ohne Canalis condyloideus; diejenige der sinistra ist etwas tiefer, ihr Grund gegen die Schädelhöhle an einer kleinen Stelle offen, nach vorn hin in eine von einem medialen rauhen Wulst überragte Furche ausgezogen. Das vordere Ende der Furche dringt hinter der Incisura jugularis in einen senkrecht aufsteigenden ansehnlichen Venengang ein, der in der Incisura jugularis mündet. Die dünne Rinde der Pars lateralis sinistra ist in der lateralen Umgebung der Gelenkfläche des Condylus entfernt, so dass die Spongiosa zu Tage tritt. Ebenso verhält es sich in der medialen Umgebung beider Condylen.

An der Aussenfläche der Squama occipitalis sind drei Nackenlinien vorhanden. Die Linea nuchae superior ist in ihrer medialen Hälfte ein ansehnlicher, hinten scharf begrenzter, 5 mm breiter, 1,5 bis 2 mm hoher Wulst, dessen Konvexität sich nach oben wendet. Lateralwärts flacht sich der Wulst rasch ab und ist schliesslich nur als Linie angedeutet.

Das die beiden Lineae superiores verbindende Inion ist kräftig ausgebildet, gegen 5 mm hoch, an seinem unteren Abhang mit kleinen Höckern ausgestattet. Der obere Abhang läuft in eine flache, in der Mitte 2 mm tiefe, halbmondförmige Grube, Lunula occipitalis, aus, an deren oberem Ende, 12 mm aufwärts von der stumpfen Spitze des Inion, ein zweites, kleineres Inion sich zu erheben beginnt. Die von ihm ausgehende

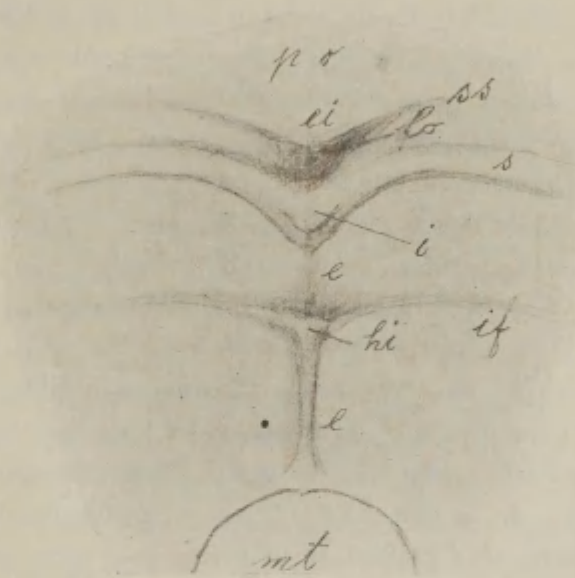


Fig. 2.

Aussenfläche der Squama occipitalis des Schädels von Kegel. Halbschematisch. *mt* Foramen occipitale magnum = Megatrema; *ee* Crista occipitalis externa; *i* Inion = Protuberantia occipitalis externa; *ei* Epi-Inion; *hi* Hypo-Inion = Tuberculum lineare von Henle; *l* Lunula occipitalis, halbmondförmige Grube der Squama occipitalis; *po* Beginn des Planum occipitale; *ss* Linea nuchae suprema; *s* Linea nuchae superior; *if* Linea nuchae inferior.

schwache Linea nuchae suprema verstreicht seitlich alsbald und ist überhaupt nur als obere Umrandung der Lunula occipitalis wahrnehmbar.

Die Linea nuchae inferior, 15 mm unter der superior gelegen, zeigt sich jederseits als eine Aneinanderreihung kleinerer und grösserer Höcker, kann aber in aufwärts konvexen Bögen bis in die Nähe des Temporale verfolgt werden. Die Mitte der Linea nuchae inferior erhebt sich zu einem dritten median gelagerten Höcker, dem Tuberculum

linearum von Henle. Abwärts vom Tuberculum linearum zieht der untere, stärker erhabene Teil der Crista occipitalis externa, um flach in der Nähe des hinteren Randes des Foramen occipitale magnum auszulaufen. Die obere, zugleich kürzere Hälfte der Crista occipitalis externa ist sehr niedrig und steigt erst in der Nähe des Inion etwas auf, an welchem sie endet.

Das Tuberculum linearum von Henle befindet sich 24 mm hinter dem hinteren Rande des Foramen occipitale magnum. Von ihm ist die Spitze des Inion 18 mm entfernt, während der oberste der medianen Höcker, das Tuberculum linearum von Merkel, dem Inion in 14 mm Entfernung folgt.

Vom hinteren Rande des Foramen occipitale magnum sind demnach die drei medianen Höcker entfernt:

das Tuberculum linearum von Henle = 24 mm;

das Inion von Broca = 42 „

das Tuberculum linearum von Merkel = 56 „.

Die einzelnen *Muskelfelder* des Planum nuchale, das sich zwischen den Nackenlinien und dem grossen Hinterhauptloche ausdehnt, zeichnen sich, jedes in seiner Art, aber in symmetrischer Weise, durch eine teils feinere, teils gröbere Modellierung aus, deren genauere Beschreibung zu weit führen würde. Nicht an allen Schädeln trägt bekanntlich die Squama occipitalis drei mediane Tubercula. Häufig sind ihrer nur zwei vorhanden, indem die beiden oberen zusammenfliessen oder das obere fehlt. In anderen Fällen ist gerade das obere Tuberculum das stärkste von allen.

Tubercula linearum sind der Wortbedeutung nach alle drei, Protuberantiae occipitales externae auch. Folglich ist es angezeigt, andere Namen zu wählen, wobei am besten an *Brocas* Bezeichnung *Inion* für die Protuberantia occipitalis externa angeknüpft werden kann.

Nimmt man den Namen *Inion* für die Protuberantia occipitalis externa an, so liegt es nahe, für den obersten Medianhöcker die Bezeichnung *Epi-Inion* zu wählen; der unterste aber ist dann *Hypo-Inion* zu nennen; s. Fig. 2.

Da wir einmal bei den Namen sind und der Name Inion bei den Anthropologen ohnedies sich bereits eingebürgert hat, so kann man

daran denken, auch den schleppenden Ausdruck Foramen occipitale magnum durch einen kürzeren zu ersetzen. Eine solche kurze Bezeichnung wäre etwa Megatrema, noch kürzer Trema.

Dass alle die genannten Linien und Tubercula zu den *Aussenwerken* des Schädels gehören, zumal auch das *Inion*, hat bereits Erwähnung gefunden; ebenso, dass auch die Condyli occipitales zu den Aussenwerken gerechnet werden müssen. Ohne Aussenwerke ist die Squama occipitalis eine sehr einfach gestaltete Schale.

Bei der Betrachtung der äusseren Oberfläche des Occipitale ist weiter nichts Auffälliges an diesem Knochen zu bemerken. Erst nach geschehener medianer Zerlegung des Schädels in seine beiden Hälften stellte es sich aber heraus, dass dennoch eine Besonderheit an ihm vorhanden ist, welche an der Gestaltung sowohl der inneren als äusseren Form des Corpus occipitale Anteil nimmt. Tafelfiguren 4, 5, 6, 10, 11, 12.

Es zeigte sich nämlich am Medianschnitt, dass die Oberfläche des Clivus (Blumenbachi) nicht in gleichmässig leicht konkavem Gang vom Dorsum sellae rück-abwärts zum Foramen occipitale magnum zieht, sondern dass wenig oberhalb des Foramen der Clivus eine Stufe bildet, mittels welcher er seine Richtung plötzlich ändert, einen vorwärts leicht konkaven kleinen Bogen macht, um nach einem am Medianschnitt gemessenen Verlauf von 5 mm den vorderen Rand des Foramen occipitale zu erreichen und ihm zu bilden. Infolgedessen wird der unterste Teil des Corpus occipitale in der gleichen Längenausdehnung plötzlich zu einer Platte von 2 mm Dicke verdünnt, während er oberhalb der Stufe noch eine Dicke von 5 mm besessen hatte.

Was ist es mit dieser 2 mm dünnen, wenn auch sehr starken — sie besteht auf dem Medianschnitt rein aus kompakter Knochen-substanz —, nach vorn leicht konvexen Platte? Sie ist nicht etwa nur ein medianer Fortsatz des vorderen Randes des Foramen magnum, sondern wie gesagt eine Platte, welche seitlich in den Condylus occipitalis übergeht, dabei an Länge etwas zunimmt und mit leicht konkavem, von vorn aus zugeshärftem, dem Foramen magnum angehörigem, freiem Rand endigt. Der freie Rand zeigt infolge der Zuschärfung zwei Lippen, eine scharfe, welche in den *medialen* Rand des Condylus occipitalis übergeht und so die vordere Begrenzung des Foramen

magnum übernimmt; und eine stumpfe, untere, äussere Lippe, welche in den *lateralen* Rand des Condylus occipitalis, zunächst in die mediale Begrenzung der Facies articularis des Condylus sich fortsetzt.

Wo die Platte in die Substanz des Condylus übergeht, beginnt jene rauhe grosse mediale Fläche des Condylus, die zur Einpflanzung von Bändern dient, vor allem des Ligamentum alare; aber auch zwischen der inneren und äusseren Lippe unserer anormalen Platte befindet sich bereits rauhe Fläche zur Insertion von Bandmassen; man hat hier an die Insertion des Ligamentum apicis dentis zunächst zu denken.

Eine Gelenkfläche oder etwas einer solchen Ähnliches besitzt die Platte nicht, weder am freien Rand, noch an der Aussenfläche, welche ganz die Beschaffenheit der unteren Fläche des Corpus occipitale besitzt. Dies ist mit Rücksicht auf anderweitig beobachtete Vorkommnisse zu betonen. Es wurde schon erwähnt, dass die Platte im Medianschnitt ganz aus kompakter Substanz besteht. Sie ist nichts anderes als eine unmittelbare Fortsetzung der in unserem Falle mächtigen äusseren Compacta des Corpus occipitale.

Vom unteren Teil der Oberfläche des Clivus ist noch folgendes zu beachten. Eine vorwärts konvexe Furche setzt den unteren, der Platte angehörigen, accessorischen Teil der Oberfläche des Clivus vom oberen Hauptteil des Clivus ab. Diese Furche, Sulcus transversus clivi, erstreckt sich jedoch über das Bereich der Platte hinaus lateralwärts fort und endigt, indem sie allmählich verstreicht, zwischen dem Tuberculum jugulare und dem Eingang in den Canalis hypoglossi. Es ist hier, der Einfachheit wegen, Furche genannt, was eigentlich nur Wirkung der Stufenbildung ist. Die abwärts vom Sulcus gelegene Oberfläche des accessorischen Teiles des Clivus ist uneben und rauh und diente offenbar zur Insertion von Bandmassen, vermutlich der Membrana tectoria.

So verhält es sich an der linken Schädelhälfte. An der rechten liegen im wesentlichen die gleichen Verhältnisse vor. Doch sieht man hier deutlicher die Beziehung der Compacta des Clivus und der Compacta der Aussenfläche des Corpus occipitale zu unserer Platte. Auch auf diesem Medianschnitt, der durch eine von der Säge zerstörte

Knochenmasse von 1 mm Dicke von dem Medianschnitt der anderen Schädelhälfte getrennt ist, besteht die Platte ganz aus kompakter Knochensubstanz. Auch hier setzt sich die mächtige Compacta der Aussenfläche des Corpus occipitale ununterbrochen in die Compacta der Platte fort. Aber man erkennt zugleich, dass die ebenfalls ansehnliche Compacta des Clivus in der Gegend der auch hier vorhandenen Stufe, ohne sich zu verdünnen, einen raschen Bogen nach unten vorn beschreibt und mit der Compacta der Platte einfach verschmilzt. Die Spongiosa des Corpus occipitale erhält dadurch einen vollkommener ausgeprägten Abschluss nach unten, als es auf der anderen Hälfte erscheint. Eben darum macht sich die Stelle der Stufe mehr als das eigentliche hintere Ende des Clivus und des Corpus occipitale geltend, die feste Platte aber mehr als ein Anhangsgebilde. Der Sulcus clivi transversus fehlt auch auf dieser Schädelhälfte nicht, doch hört er in seinem lateralen Zuge etwas früher und plötzlicher auf. So verhält sich die rechte Hälfte der uns beschäftigenden Platte.

Aber was hat sie, die den Namen einer *Crista occipitalis anterior* verdient, als *Ganzes* für eine Bedeutung? Ist sie ein genetisch zur Schädelbasis, zunächst zum Corpus occipitale gehöriges Gebilde? Ein nur in seiner Dicke verjüngter Teil des Corpus occipitale? Oder ein verknöchelter Teil von basalen, occipito-vertebralen *Bändern*? Oder greift ein *Ossiculum infraoccipitale* komplizierend in die Gestaltung der Schädelbasis ein?

Es würde zu weit führen, die morphologische Seite dieser verwickelten Angelegenheit in ihrer ganzen Ausdehnung dem Leser hier vorzuführen.¹⁾ Aber ich kann nicht umhin, die Ansicht zu äussern, es könne sich im vorliegenden Fall sehr wohl um das Eingreifen eines mit der Umgebung nachträglich verschmolzenen Ossiculum infraoccipitale handeln, ohne dass gleichzeitige Veränderungen am Bandapparat ausgeschlossen werden.

¹⁾ Auf zwei neuere Arbeiten über das schon von Meckel d. Ä. untersuchte Vorkommen von Fortsätzen am Clivus sei hier aufmerksam gemacht:

J. Kalcuscher, Über den sogenannten dritten Gelenkhöcker und die accessoirischen Höcker des Hinterhauptbeins. Königsberg 1903.

M. Misch, Beiträge zur Kenntnis der Gelenkfortsätze des menschlichen Hinterhauptes und der Varietäten in ihrem Bereiche. Berlin 1905.

Wenn aber die Dinge so liegen, wie haben wir uns zur Bewältigung unserer Aufgabe mit ihnen abzufinden? Durch die *Gegenwart* der Crista occipitalis anterior nimmt die Schädelbasis um 5 mm an Länge zu, der Längsdurchmesser des Foramen occipitale magnum um 5 mm an Grösse ab. Durch den *Wegfall* der Crista dagegen wird es umgekehrt; die Länge der Schädelbasis wird um 5 mm kürzer, die Länge des Foramen magnum um 5 mm grösser.

Darf man für die vorliegende Aufgabe, für deren Erledigung eine reine ungestörte Schädelbasis ein wichtiges Erfordernis, die Crista ohne weiteres ausschalten und das hintere Ende der Schädelbasis an die Stelle des Sulcus clivi transversus legen? Ich halte es für gewagt, so zu verfahren. Am besten also, es geschieht zweierlei; die Schädelbasis wird zuerst so behandelt, wie sie vorliegt, mit Crista occipitalis; dann aber wird die Crista ausgeschaltet und die Schädelbasis ohne sie untersucht.

Merkwürdiger-, aber nicht unerwünschterweise besitzt ein zweiter, wohlgeformter, mit schöner Stirnwölbung versehener Schädel, welcher uns in der Folge öfter zur Vergleichung dienen wird, ebenfalls eine Crista occipitalis, aber keine *anterior*, sondern eine *posterior*. Auch in diesem Falle liegt kein medianer Fortsatz vor, sondern eine ganz in der Fortsetzung des Clivus liegende Leiste mit scharfem freiem Rand, der aufwärts sanft konkav ist, das Foramen magnum vorn begrenzt und lateral in den Condylus occipitalis übergeht, wobei die Schärfe des Randes sich allmählich vermindert. Gegen die *Aussenfläche* des Corpus occipitale setzt sich die aus kompakter Substanz bestehende Crista occipitalis posterior so fort, dass sie nach einem Verlauf von 2 mm ihre steile Richtung in eine schräge verändert, die wesentlich nach *unten* gewendet ist. Diese Schrägfläche hat eine Länge von 7 mm. Vor einem kleinen Vorsprung der Compacta angelangt, ändert die Schrägfläche ihre Richtung in eine steiler aufsteigende, die dem Hauptteil des Corpus occipitale angehört. Hier ist die kompakte Aussenrinde des Corpus kräftig entwickelt, wenn auch dünner, als am Schädel von Kegel. Im Bereich der schrägen Verbindungsfläche von 7 mm Länge vermindert sich die kompakte Rinde beträchtlich. Die Rinde des Clivus ist in der oberen Hälfte sehr dünn, verstärkt sich aber im

Absteigen etwas und setzt sich wie gesagt in die kompakte Substanz der Crista occipitalis posterior fort. Tafelfiguren 10, 11, 12.

Diese Leiste ist ohne Zweifel gleicher Abkunft wie die, welche *M. Misch* in seiner zitierten, unter *Waldeyers* Leitung ausgeführten Arbeit mit dem Namen Spina ligamenti suspensorii bezeichnet, da sie dem Ligamentum apicis dentis zur Insertion dient und einem verknöcherten Teil dieses Bandes den Ursprung zu verdanken scheint.

Für unsere Aufgabe ist mit dieser hinteren Leiste des Schädels der Norm ebenso zu verfahren, wie mit der vorderen Leiste des Schädels von Kegel.

Sphenoidale.

Über die Sinus sphenoidales s. unten: Sinus nasales.

Die Crista infratemporalis zeigt ungewöhnlich starke Ausbuchtung und bildet beiderseits eine schneidend scharfe Platte, die sich im Tuberculum spinosum zu ihrer grössten Höhe (10 mm) erhebt. Von der Spitze des Tuberculum spinosum zieht eine scharfe Leiste gegen den vorderen Rand der Lamina externa processus pterygoidei herab. Die Fossa infratemporalis erhält durch diese Leistenbildung einen hochragenden vorderen-medialen und vorderen-lateralen Abschluss und gewinnt dadurch auch neue Ursprungsflächen für die hier gelegenen Teile des äusseren Flügelmuskels.

Der hintere Rand der Lamina externa processus pterygoidei springt in der oberen Hälfte weit nach hinten und unten vor, was ebenso beurteilt werden kann. Er trägt zugleich eine besondere Zacke zur Aufnahme des Ligamentum pterygospinosum.

Temporalia.

Porus caroticus externus und Canalis caroticus sind etwas enger als gewöhnlich. Dies scheint von der Ferne bereits auf eine geringere Entfaltung der vorderen Teile des Grosshirns hinzuweisen.

Der Processus zygomaticus ist dagegen beiderseits kräftig ausgebildet. Das Tuberculum articulare zeigt sich von einer Seite zur anderen ungewöhnlich konkav. Die Crista supramastoidea ist jederseits stark ausgebildet.

Squama temporalis dextra und sinistra haben sich von dem unterliegenden Teil des Parietale etwas abgehoben, mehr die dextra als

die sinistra. Ebenso klappt das Ende des rechten Jochfortsatzes durch eine Spalte von beinahe 3 mm vom Schläfenfortsatz des Jochbeins. Auch die Sutura occipito-mastoidea dextra hat sich zu einer Spalte von 1 mm Breite erweitert. Nicht durch Fall sind diese Spalten offenbar entstanden, sondern durch Austrocknung. Vielleicht lag der Schädel lange Zeit in feuchtem Dünensand und hat später durch Austrocknung die Spalten erlitten. Für die Volummessung der Schädelhöhle geht hieraus, da die in Betracht kommenden Spalten nicht gross und nicht zahlreich sind, kaum eine beachtenswerte Fehlerquelle hervor.

Parietalia.

Die Tubera parietalia sind schwach ausgeprägt. Die vordere Hälfte des Margo sagittalis steigt gegen den gleichen Rand des gegenseitigen Parietale leicht an, so dass hierdurch eine niedrige Crista interparietalis mediana zu stande kommt. Der Angulus frontalis ist stumpf und schliesst einen Winkel ein von etwa 110° ; der Angulus sphenoidalis dagegen zeigt ungewöhnliche Länge und führt dadurch Besonderheiten in der Bahn des Margo coronalis des Stirnbeins herbei, auf welche später einzugehen sein wird. Beide Foramina parietalia sind vorhanden, von mittlerem Durchmesser, durchgängig, 13 mm voneinander entfernt, 33 mm vom Lambda.

Frontale.

Von allen Knochen des Schädels von Kegel weist das Stirnbein die grössten Besonderheiten auf, nämlich starke Neigung nach hinten-unten und mächtige Augenbrauenwülste. Von der Neigung wird eine besondere Stelle handeln; hier sind die übrigen Verhältnisse zu betrachten.

Der Margo supraorbitalis dexter und sinister trägt eine lang-gestreckte, flache Incisura supraorbitalis, mit Andeutung eines lateralen begrenzenden Fortsatzes. Der Jochfortsatz ist stark, springt lateralwärts beträchtlich vor und entwickelt eine ansehnliche Crista temporalis. Diese steigt nur wenig auf, wendet sich dagegen rasch median-rückwärts und zeigt schon anfänglich eine Zweiteilung in die Linea temporalis superior und inferior. Die mediale Einziehung der Crista hat einen höchsten Betrag von 9 mm. Vom nächsten Punkte der Mediane des Stirnbeins ist die Stelle der stärksten Einziehung 49 mm entfernt.

Von den übrigen Verhältnissen der beiden Lineae temporales wird an späterer Stelle (S. 79) die Rede sein.

Im mittleren Teil ihrer Länge zeigt die Facies frontalis der Stirnbeinschuppe eine sehr flache Crista mediana; diese verstreicht aber völlig im vorderen (unteren) und hinteren Gebiete der Schuppe.

Die Tubera frontalia sind sehr flach, kaum sichtbar, leichter fühlbar und gegen 50 mm voneinander, 36 mm von der nächsten Stelle des Margo supraorbitalis entfernt.

Mit der Mediane des Stirnbeins macht die Bahn des anschliessenden Teiles des Margo coronalis einen spitzen Winkel von 70° ; hiernach ist die Squama frontalis mit dem oberen Mittelteil ihres hinteren Randes beträchtlich nach hinten ausgezogen und dringt zwischen die schräg auseinanderweichenden vorderen Ränder der Parietalia ein. Der obere Teil des Margo coronalis der Squama frontalis, der sich so beträchtlich nach hinten wendet, hat jederseits die ansehnliche gerade Länge von 52 mm. Der vorn offene, stumpfe Winkel, welchen beide Linien einschliessen, hat dem Angegebenen zufolge den Wert von 140° . Der anstossende stumpfe Winkel des Angulus frontalis des Parietale hingegen hat den Wert von 110° .

Die Facies temporalis der Stirnbeinschuppe ist postorbital, ganz entsprechend der medialen Einziehung der Crista temporalis, stark eingeschnürt und im Gebiete der Einschnürung in sagittaler Richtung stark konkav. Unmittelbar hinter der Einschnürung wölbt sich die Fläche zunehmend stark auf, besonders linkerseits, und fällt sodann langsam gegen den hinteren Rand hin ab. Hieraus ist zu schliessen, dass das Individuum eine kräftig ausgebildete dritte Stirnwindung des Endhirns, besonders auf der linken Hemisphäre, besessen hat.

Betrachtet man die Facies temporalis der Squama frontalis in der Richtung von oben nach unten, so zeigt sich auch hier die Fläche konvex gestaltet, vor allem linkerseits. Diese Konvexität setzt sich noch eine Strecke weit auf den anschliessenden grossen Keilbeinflügel fort, um dann in das median-ab- und vorwärts abschüssige Feld dieses Flügels überzugehen, welches mit der früher betrachteten Crista infratemporalis unten abschliesst.

Aus dem Angegebenen geht bereits hervor, dass gerade in dieser

Gegend, oberhalb der Crista infratemporalis, der Schädel seine geringste Breite besitzen muss, und sei hier nur erwähnt, dass das vordere laterale Ende des Schläfenlappens dieser Stelle innen anliegt.

Wenden wir uns vom benachbarten grossen Keilbeinflügel wieder zum Stirnbein zurück, so haben wir die Aufmerksamkeit noch auf jene Gegend zu richten, deren Beschaffenheit dem Stirnbein von Kegel neben der Neigung der Schuppe den besonderen Charakter gibt; es ist die *Augenbrauengegend*.

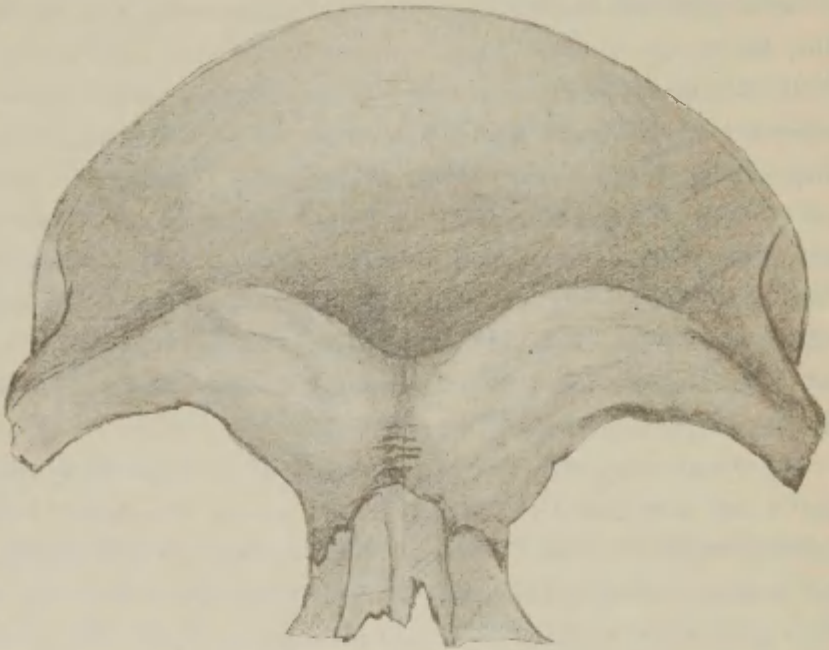


Fig. 3.

Stirn des Schädels von Kegel bei Beleuchtung von unten-vorn. Die beiden Arcus superciliares sind je aus einem lateralen und medialen Arm zusammengesetzt. Hell erscheint dabei der absteigende und Hochflächen-Teil eines jeden Arcus. Der aufsteigende Teil dagegen liegt im Schatten der Fossa supraglabellaris verborgen.

Der Arcus superciliaris des Kegerer Schädels durchzieht jederseits das untere Stirngebiet in Form eines aufwärts konvexen mächtigen Hügels, welcher in der Mediane sich mit dem der Gegenseite verbindet und die Glabella hervorbringt.

Die Glabella, am vorliegenden Schädel bei ihrem Beginn zwei Millimeter tiefer gelegen als die höchsten Erhebungen der beiden Arcus

superciliares, ist hiernach ein Wulst, dessen Konvexität nasalwärts gewendet ist, während die beiden Arcus ihren konvexen Bogen stirnwärts richten.

Die hervorragendsten Stellen der beiden Arcus liegen 35 mm auseinander. Jeder Arcus zeigt sich aus zwei Teilen zusammengesetzt, einem medialen und einem lateralen, welche in stumpfem Winkel von 130° aneinanderstossen und dadurch die höchste stumpfe Erhebung erzeugen. Der kürzere, aber hervorragendere *mediale Arm* des Arcus zeigt in seinem Verlauf nach vorn-unten zugleich eine sanfte obere Konkavität. Mit dieser erreicht er den ebenso gestalteten medialen Arm des Arcus der Gegenseite, zur Bildung der Glabella. Der aufwärts offene Winkel, in welchen die medialen Arme beider Arcus aufeinander treffen, ist schön abgerundet, hat aber, von dieser Abrundung abgesehen, einen Wert von ebenfalls 130° .

Der *laterale Arm* des Arcus ist niedriger, aber länger als der mediale, nimmt die Richtung gegen den Arcus zygomaticus, verschmilzt mit dem Margo supraorbitalis und bildet mit ihm ein Ganzes. Beide Arme, zusammen mit dem Margo supraorbitalis können mit einer von Schwalbe herrührenden Bezeichnung *Torus supraorbitalis* genannt werden.

Man kann an jedem Arcus, und insbesondere am mächtigeren medialen Arm, drei Flächen unterscheiden (Figur 4):

- eine von oben herab gegen den Arcus *ansteigende Fläche*,
- eine den hervorragendsten Teil einnehmende *Hochfläche*,
- eine gegen die Nase und Orbitalmündung *absteigende Fläche*.

Die ansteigende Fläche beginnt da, wo die Stirnwölbung unten endet; sie endet selbst mit der Erreichung der durch eine glatte Beschaffenheit ausgezeichneten Hochfläche.

Die absteigende Fläche ist im medialen Arm sehr breit, um so stärker gewölbt, je weiter medianwärts sie vordringt, bis endlich das etwas flachere, leicht vertiefte und median gelagerte glabellare Gebiet erreicht ist.

Oberhalb der Sutura naso-frontalis sind in einer Länge von 13 mm, in einer Breite von 5 mm, die deutlichen Merkmale einer sekundären Stirnnaht sichtbar.

An der durch eine rauhere Oberfläche gekennzeicheneten absteigenden Fläche des Arcus befindet sich eine Anzahl zerstreuter Grübchen, mehr auf der linken, als auf der rechten Seite. Eine teilweise zusammenhängende Reihe von Grübchen liegt am linken Arcus dicht an der Grenze der absteigenden gegen die Hochfläche.

Die absteigende Fläche des Arcus scheint nicht als Dachteil der Orbita aufgefasst werden zu können. Denn die benachbarte obere Orbitalwand ist durch eine besondere, stumpfe Biegung von der absteigenden Fläche des Arcus abgesetzt.

Wo der mediale Arm des Arcus mit dem lateralen sich verbindet, zieht sich ein flacher Wulst (Zwischenwulst) auf und ein wenig lateralwärts und erreicht das nur spurweise vorhandene, bereits erwähnte Tuber frontale. Lateral von diesem Wulste folgt eine ziemlich ebene, gegen den Processus zygomaticus hin leicht vertiefte Fläche, Planum laterale, welche mit der Crista temporalis abschliesst. Medial von dem Wulste dagegen liegt jene, von der mittleren Stirnwölbung oben, von dem Arcus superciliaris unten, von dem Zwischenwulste lateral begrenzte vertiefte Fläche, welche früherhin von manchen Glabella, gegenwärtig mit Schwalbe Fossa supraglabellaris genannt wird. Der Grund dieser Grube wird teils vom ansteigenden Teil der mittleren Stirnwölbung, teils von der ansteigenden Fläche der Arcus superciliares, teils von den ansteigenden Flächen der beiden Zwischenwülste gebildet.

Nimmt man den Zirkel zu Hilfe, so hat am Medianschnitt die ansteigende Fläche des Arcus 18 mm, die Hochfläche 5 mm, die absteigende Fläche 9 mm Längsausdehnung, welche mit der Breitenausdehnung des Arcus im Mediangebiete (gegen 33 mm) zusammenfällt.

An dieser Stelle darf ich es nicht unterlassen, den Leser zu orientieren über interessante hierhergehörige Befunde, welche vor einigen Jahren an *Schädeln von Affen* gemacht und mit menschlichen Befunden verglichen worden sind. In seiner Studie über *Pithecanthropus erectus* beschreibt Schwalbe die Supraorbitalgegend von *Cynocephalus mormon* und kommt zu folgenden wesentlichen Ergebnissen. Fig. 5.

Die vordere obere Fläche des Stirnbeins eines erwachsenen *Cynocephalus mormon* lässt sich in zwei Hauptgebiete sondern, eine Pars

supraorbitalis und eine Pars cerebialis. Die Grenze beider wird gebildet durch eine Einsenkung, Facies supraglabellaris, die sich lateral in eine seichte Furche, Sulcus supraciliaris, fortsetzt und mit einer sanft muldenförmigen Vertiefung endigt, der Impressio supraorbitalis.

An der Pars supraorbitalis lassen sich zwei Teile unterscheiden, ein *medialer*, der Arcus superciliaris, der in einem kleinen medialen Gebiet zugleich den oberen Rand der Orbita bildet, und ein *lateral*, Arcus supraorbitalis. Der Margo supraorbitalis besteht hiernach aus zwei Teilen, dem Arcus supraorbitalis und aus einem kleinen Teil des Arcus superciliaris. Beide werden durch eine Incisura supraorbitalis voneinander getrennt und diese Incisur lateral vom Processus supraorbitalis begrenzt. Von der Incisur lässt sich eine Rinne, Sulcus supraorbitalis, lateral-aufwärts verfolgen. Der Arcus superciliaris schiebt sich lateral hinter den Arcus supraorbitalis und verstreicht alsdann.



Fig. 4.

Regio supraorbitalis sinistra des Schädels von Kegel.
os Orbita sinistra; *n* Nasale; *pn* Processus nasalis maxillae; *z* Zygomaticum; *pz* Processus zygomaticus; *g* Glabella; *fsg* Fossa supraglabellaris; *pc* Pars cerebialis des Stirnbeins; *a* Grenze zwischen *pc* und *fsg*; *tb* Tuber frontale; *zw* Zwischenwulst; *pl* Planum laterale; *ct* Crista temporalis; *af* aufsteigender Teil des Arcus superciliaris; *asc* dessen Hochfläche; *df* absteigender Teil; *i* Incisura supraorbitalis; zwischen *g* und Sutura nasofrontalis: sekundäre Stirnnaht; *ms* margo supraorbitalis.

Meist fließen bei den Affen der Arcus supraorbitalis und der Arcus superciliaris zu einem einzigen Wulst zusammen: Torus supra-

orbitalis. Die Wülste beider Seiten können medial über der Nasenwurzel zu einem gleich hohen Wulst vereinigt sein, oder es befindet sich an der Stelle dieser Glabella zwischen beiden Wülsten eine mediane Vertiefung, die rinnenförmig zum Nasenrücken führt, Sulcus glabellaris. In anderen Fällen verstreichen die Arcus superciliares in der Fossa supraglabellaris derart, dass von der Nasenwurzel bis zum Bregma eine einheitlich gewölbte Fläche vorliegt.

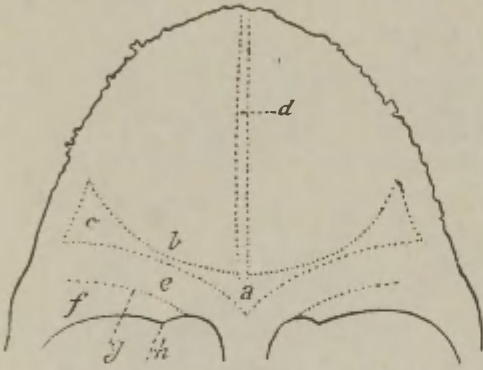


Fig. 5.

Linienschema des Reliefs der Aussenfläche des Stirnbeins von *Cynocephalus mormon*. *a* Fossa supraglabellaris; *b* Sulcus supraorbitalis; *c* Impressio supraorbitalis; *d* Crista frontalis mediana; *e* Arcus superciliaris; *f* Arcus supraorbitalis; *g* Sulcus supraorbitalis; *h* Processus supraorbitalis. $e + f =$ Torus supraorbitalis. Nach *Schwalbe*.

Schwalbe vergleicht nun mit dem Stirnbein des *Cynocephalus* das des Menschen. Alle wesentlichen Teile finden sich wieder, nur in anderen Lageverhältnissen, infolge der Aufrichtung des Stirnbeins. Die bezüglichlichen Verhältnisse bei *Pithekanthropus* erinnern viel mehr an die bei den Affen vorkommenden Formen, als an die des Menschen. Am *Neanderthaler* Schädel findet sich eine ähnliche Abgrenzung der Pars supraorbitalis des Stirnbeins von der Pars cerebralis, wie bei *Pithekanthropus*. An der Pars

supraorbitalis aber lässt sich eine weitere Einteilung nicht wahrnehmen; der Arcus superciliaris ist mit dem Arcus supraorbitalis zu einem einheitlichen Torus supraorbitalis verschmolzen. Die Glabella behält das Niveau der zusammenstossenden Supraorbitalbogen bei. Ähnlich verhalten sich die beiden Schädel von *Spy*.

Ähnlich, doch nicht den ausserordentlichen Grad der Ausbildung der Supraorbitalgegend des Neanderthaler Schädels erreichend, verhält sich, wie hier hinzuzufügen ist, auch die Augenbrauengegend des Schädels von *Kegel*. Doch liegen auch wieder Besonderheiten an diesem vor; so, wie schon erwähnt worden ist, ein flacher Sulcus glabellaris medianus, trotz des Zusammenstossens der Arcus superciliares.

Conchae nasales.

Im Reich der Siebbeinlabyrinth hat die Säge schlimm gewütet, aber sie ist nicht ohne Entschuldigung; denn alle die dünnen Knochenblätter, mit welchen sie hier in Berührung kam, sind in hohem Grade brüchig gewesen. Einiges sonst Verborgene hat die Zertrümmerung jedoch an den Tag gelegt. Die rechte Schädelhälfte lässt eine wohlentwickelte Bulla ethmoidalis erkennen. Ebenso lässt sich wahrnehmen, dass der Zugang zu der früher erwähnten und in den Abbildungen sichtbaren grossen Cellula frontalis impar, die also mediane Lage hat, vom oberen vorderen Teil des rechten Labyrinthes ausgeht, linkerseits aber mit dem Sinus frontalis (sinister) durch eine vorn oben befindliche Öffnung in Verbindung tritt.

Die untere Muschel ist auf beiden Seiten vollständig erhalten, aber klein, niedrig, linkerseits fast ungewölbt und der lateralen Wand des Cavum nasi sinistrum nahe anliegend.

Linkerseits ist auch die obere und mittlere Muschel grossenteils erhalten; aus den erhaltenen Teilen aber ist zu sehen, dass auch sie eine sehr geringe Entfaltung besessen haben müssen. Der Processus uncinatus sinister ist in ganzer Ausdehnung erhalten, ebenfalls aber schwach entwickelt. Die mittlere Muschel ist so klein und niedrig, dass ihr freier vorderer und unterer unverletzter Rand den grösseren Teil des Processus uncinatus ganz unbedeckt lässt. Der ringsum unversehrte Eingang in den Sinus maxillaris sinister zeichnet sich daher durch beträchtliche Weite aus.

Die obere Muschel ist ungekerbt, eine Concha suprema also nicht vorhanden. Alle drei Meatus nasi sinistri sind unansehnlich und schmal.

Die geringe Ausbildungsstufe des so wichtigen Muschelapparates gab Veranlassung, die zentraleren Teile des Siebbeins einer aufmerksamen Prüfung zu unterwerfen. Der später folgenden inneren Betrachtung des Hirnschädels vorgreifend, erwähne ich, dass die Lamina cribrosa zwar kürzer ist als gewöhnlich, aber linker- und rechterseits wohlbeschaffene Foramina cribrosa trägt. Die Crista galli ist ganz rudimentär; ihr höchster Gipfel liegt in der Höhe des Foramen coecum; dieser entsendet daher die beiden, das ansehnliche Foramen coecum seitlich umgreifenden Processus alares. Der Körper der Crista galli

steht nicht median, sondern ist nach links hinübergebogen. Die Grube der Lamina cribrosa, die dem Bulbus olfactorius sinister zur Lagerstätte dient, wird infolgedessen von oben her verdeckt und dadurch fast abgeschlossen, dass der mediale Rand der Pars nasalis sinistra des Stirnbeins sich stark erhebt.

Zeigt das Siebbein also auch manche rudimentäre Verhältnisse, so musste doch die Vorstellung aufgegeben werden, von hier aus falle vielleicht ein Licht auf die Ursache der *Stirnneigung* des Individuum, als ob ihr eine mangelhafte Ausbildung des Riechlappens zu Grunde liegen könne.

Maxillae.

Die Maxilla dextra zeigt in der Wand der Fossa canina ein künstlich geschlagenes Loch, welches in den Sinus maxillaris führt.

Die vordere Wand der Alveolen aller Incisivi ist sehr dünn und fehlt teilweise ganz; sie fehlt auch in grosser Ausdehnung dem Alveolus des Angularis dexter.

Beiderseits sind gut ausgebildete Foveae praenasales vorhanden.

Die Maxilla dextra enthält von Zähnen oder unversehrten Alveolen: die Alveolen der beiden Incisivi, des Angularis, der beiden Praemolares. Molaris I und II sind erhalten; der erste zeigt starke, der zweite schwächere Abschleifung der Facies masticatoria. Der dritte Molaris ist nicht zum Durchbruch gelangt.

Die Maxilla sinistra enthält: die Alveolen beider Incisivi, des Angularis; die abgebrochene Wurzel des Praemolaris I, den Alveolus des Praemolaris II, alle drei Molares. Die Kauflächen der drei Molares sind zu Ebenen glatt abgeschliffen.

Keiner der vorhandenen Zähne geht über die gewöhnliche Grösse hinaus, im Gegenteil sinken sie eher unter die gewöhnliche Grösse herab. Zu beachten ist, dass, da die fehlenden Zähne erst postmortal verloren worden sind, das ganze Oberkiefergebiss im Besitze des Lebenden war. Dieser Zustand lässt auch für das Gebiss des fehlenden Unterkiefers günstige Annahmen zu. Es könnte sehr wohl sein, dass auch das Gebiss des Unterkiefers zur Zeit des Todes noch vollständig und bis zu gewissem Grade gesund war. Was die Nahrung betrifft, so scheint die Verfassung der Molares auf die Bewältigung haupt-

sächlich vegetabilischer Stoffe hinzuweisen. Auch hinsichtlich der Bestimmung des Lebensalters des Individuums fällt der gute Zustand der Zähne ins Gewicht.

2. Sinus nasales.

a) *Sinus frontalis.*

Beide *Sinus frontales* sind geräumig; dies zeigen schon die Figuren des Medianschnittes. Das Septum sinuum zieht schräg von rechts hinten nach links vorn, so dass der Sinus sinister sein mediales Ende auf der rechten Schädelhälfte findet. Unterhalb des Sinus sinister und dexter dehnt sich eine median gelagerte Cellula frontalis von ansehnlichem Umfang aus.

Beide Sinus erstrecken sich weit in den zugehörigen Arcus superciliaris hinein und scheinen ihn vorwärts zu wölben. Die vordere, dem Arcus anliegende Sinuswand ist übrigens dicker als die hintere, dem Cavum cranii zugewendete. Was Maasse betrifft, so hat der Sinus frontalis sinister 30 mm grösste seitliche Ausdehnung, 26 mm grösste Höhe, 10 mm Tiefe. Der Sinus dexter hat in der gleichen Reihenfolge folgende Durchmesser: 30, 25, 18 mm.

b) *Sinus maxillaris.*

Man sieht am halbierten Schädel durch die künstlich teilweise zerstörte laterale Wand der Cavitas nasalis dextra und sinistra in den geräumigen Sinus maxillaris dexter und sinister deutlich hinein und findet keine Abweichung vom normalen Verhalten.

c) *Sinus sphenoidalis.*

Der Sinus sphenoidalis sinister ist in gewöhnlicher Weise ausgebildet. Das Septum sinuum steht nahezu median. Der untere Mittelteil des Sinus buchtet sich jedoch zu einem Recessus lateralis aus, welcher auf die rechte Schädelseite hinüberdringt, ohne dort eine Öffnung zu besitzen. Die Tiefe, bis zu welcher er nach rechts vordringt, beträgt etwa 3 mm, die Wandstärke 0,5 mm. Seine Länge ist 11 mm, deren Richtung die sagittale; seine Höhe ist, gleichfalls ohne die Wandstärke gemessen, = 7 mm.

Nicht nur der Sinus sphenoidalis sinister aber entwickelt einen Recessus, sondern auch der Sinus dexter; dessen Recessus ist zugleich weit geräumiger, dringt in der Richtung der Lamina cribrosa des Siebbeins nach hinten, über die Grenze des Sphenoidale hinaus in den Anfangsteil des Körpers des Occipitale. Hier haben wir also einen Recessus occipitalis oder posterior des Sinus sphenoidalis vor uns. Er ist an beiden Schädelhälften gleich gut wahrnehmbar, doch liegt die geräumigere Hälfte des Recessus occipitalis linkerseits. Der linke Sinus sphenoidalis bildet hiernach den Recessus lateralis s. dexter; der rechte Sinus sphenoidalis dagegen bildet den Recessus posterior s. sinister. Beide Recessus umgreifen sich hiernach, der rechte den linken von unten her, der linke den rechten von oben her. In den Tafelfiguren 4 und 5 erkennt man deutlich beide Recessus.

Was die Lage und Ausdehnung des Recessus occipitalis betrifft, so ist darüber noch folgendes kurz zu erwähnen: Die hintere Wand liegt dem oberen Teil des Clivus ganz nahe; denn die Eigenwand des Sinus, eine dünne Schicht von Clivus-Spongiosa und eine noch feinere Schicht von Compacta messen zusammen nur 2 mm und trennen die obere Hälfte des Recessus vom Cavum cranii. Von der Aussenfläche der Basis cranii wird der untere Teil des Recessus durch eine nur wenig dickere Knochenlage geschieden. Die grösste vertikale Ausdehnung des Recessus ist 12, die grösste sagittale 11, die grösste quere 8—9 mm.

Der Zugang zum Recessus occipitalis ist ein kurzer, weiter, auf dem Recessus dexter gelegener Kanal, der durch allmähliche Verengerung des Sinus sphenoidalis dexter zu stande kommt und sich allmählich zum Recessus erweitert. Die obere Wand des Verbindungskanals ist sehr dünn; sie bildet zugleich die untere Wand der Hypophysengrube.

Der Recessus occipitalis zeigt keine Nebenausbuchtungen; seine Wände sind ganz glatt. Im ganzen hat er die Bedeutung einer teilweisen Pneumatisation des Körpers des Occipitale, die keine Seltenheit darstellt. Doch ist es interessant, wahrzunehmen, dass im vorliegenden Schädel bei der Entstehung die rechte Körperseite im Übergewicht gegen die linke gewesen ist.

3. Suturae.

Die Nähte des Gehirn- und Gesichtsschädels befinden sich zum grössten Teil in gutem Zustand. Schon an den Tafelfiguren 1 bis 5 tritt dies deutlich hervor. Wie die äusseren, so verhalten sich auch die inneren Nähte überwiegend gut.

Die Verbindung des Körpers des Keilbeins mit dem des Sphenoidale ist knöchern, der Schädel also kein jugendlicher mehr.

Im einzelnen ist über die Nähte noch folgendes zu erwähnen. Die *Sutura coronalis* macht als Ganzes betrachtet keinen einfachen Bogen, — der im vorliegenden Fall in einer auf der äusseren Basallinie und Basalebene nahezu *senkrechten Ebene* verläuft —, sondern macht, ganz abgesehen von den Ausbiegungen der Zähne, vom oberen Rand des grossen Keilbeinflügels an gerechnet bis zur Mediane nicht weniger als drei grosse Exkursionen nach hinten. So verhält es sich linkerseits; rechterseits sind die Exkursionen oder die Einschnitte zwischen ihnen geringer, hier hat die Kranznaht daher mehr die Form eines einfachen Bogens.

Die unterste der drei Ausbiegungen ist die kleinste, sie hat 22 mm gerade Länge. Ihr folgt die mittlere von 40 mm Länge; ebenso lang ist die letzte oder oberste, welche das Bregma erreicht. Am reichsten durch Zähne verästelt ist die mittlere Abteilung, am wenigsten die untere.

Der untere Anfang der zweiten Ausbiegung liegt an der Kreuzungsstelle der Kranznaht mit den Lineae temporales, hat eine besondere Bedeutung und wird bei den Lineae temporales besonders betrachtet werden. Die oberste Ausbiegung kommt dadurch zu stande, dass der hintere Mittelteil der Schuppe sich weit zwischen die beiden Parietalia vorschiebt, so dass dieses Stück eine gewisse Ähnlichkeit erhält mit der Spitze der Hinterhauptschuppe.

Zieht man vom Bregma zum Beginn der zweiten Ausbiegung jederseits eine Gerade, so schliessen beide einen stumpfen Winkel ein, der mit dem Winkelwert der beiden Lambdaschenkel übereinstimmt und 140° beträgt. Im gewöhnlichen Fall ist der Winkel, welchen die linke und rechte Hälfte der Kranznaht einschliessen, weit stumpfer und nähert sich stark oder ganz dem Wert von 180° . Offenbar steht diese

Abweichung mit der Niederlegung des Frontale am Schädel von Kegel im engsten Zusammenhang.

Wie die äussere, so ist auch die innere Kranznaht an beiden Schädelhälften erhalten, doch in verschiedenem Grade. Sie ist ungezähmelt, grosswellig in ihrer Bahn und ahmt die Ausbiegungen der äusseren Naht einigermaßen nach. So verhält es sich links. Rechts ist der Bogen einfacher gestaltet und gerade noch sichtbar, leichter in der unteren als in der oberen Hälfte; die obere Hälfte ist im Verstreichen begriffen. Der vordere Ast der Arteria meningea media und nahe ihr ein vorderer Zweig von ihr läuft einige Millimeter hinter der inneren Kranznaht nach oben und nähert sich ihr schliesslich noch mehr; dies zeigt der Verlauf der Sulci meningei arteriosi; aber jene Furche darf mit der viel feineren Linie der inneren Kranznaht nicht verwechselt werden.

Eine Sutura frontalis fehlt. Reste einer sekundären Stirnnaht sind supranasal sichtbar. Eine Spur der Synostosierung beider Stirnbeine liegt vor in der bereits erwähnten Andeutung einer Crista mediana (externa) des Stirnbeins von Kegel.

Die *Sutura sagittalis* ist an der Aussenfläche in ganzer Ausdehnung vorhanden, nur spurweise aber in der Nachbarschaft der beiden Foramina parietalia. Auch in dem weiter vorn sich anschliessenden Gebiet der Sutura sagittalis sind einzelne Nahtstücke bereits verschwunden oder im Verstreichen begriffen. In der Lambdaegend ist das Ende der Naht deutlich wahrzunehmen. Auf der Innenfläche des Schädeldgewölbes dagegen sind nur noch Reste der Pfeilnaht zu sehen.

Die *Nähte des Occipitale* mit den Parietalia und Temporalia sind jederseits auf beiden Oberflächen gut entwickelt und erhalten. Schaltknochen fehlen. Auch die übrigen Nähte der Temporalia sind aussen und innen deutlich ausgebildet.

Ebenso verhält es sich mit den Nähten des grossen Keilbeinflügels, des Jochbeins, der Oberkieferbeine, Nasenbeine, Tränenbeine. Alle übrigen Nähte der Orbita, des harten Gaumens sind gut erhalten; Reste einer Sutura incisiva jedoch sind nur spurweise zu erkennen.

Altersbestimmung.

Macht man sich an die Aufgabe, das Alter des Menschen zu bestimmen, welchem der Schädel von Kegel angehört hat, so kommen in Betracht: Die Beschaffenheit der Knochen, der Zähne, der Nähte.

Jugendliches Alter ist auszuschliessen, ebenso Greisenalter; aber auch jugendliches Mannesalter ist auszuschliessen. Somit ist es wahrscheinlich, dass wir es mit einem männlichen Individuum von 40 bis 50 Jahren zu tun haben.

4. Lineae temporales.

Auf jeder Seite des Schädels sind beide Lineae temporales vorhanden, die obere und die untere, auf der linken aber schärfer ausgeprägt. Schon am lateralen Ende des Processus zygomaticus sind beide Linien kenntlich, die obere als ein feiner glänzender Streifen, welcher die rauhe, zackige untere dicht umsäumt. Hinter der Stelle der stärksten Einschnürung (beiderseitiger Abstand = 92 mm) weichen die Linien weiter auseinander; die obere verbreitert sich zugleich und wölbt sich etwas auf, während sie ihren Glanz beibehält. 2 cm vor der Kranznaht haben die oberen oder medialen Ränder der Lineae temporales superiores ihren geringsten gegenseitigen Abstand, mit 86 mm. An der Kranznaht beträgt dieser Abstand 105 mm; im vorderen Gebiet der Parietalia, gleich hinter der Kranznaht, 98 mm, wobei diese Naht in die Bahn und Breite der Linie störend eingreift. Weiter hinten wendet sich die Linea temporalis superior in grossem, medianwärts konvexem Bogen über das Tuber parietale und endigt in der Lambdanaht, 3 cm oberhalb des Angulus mastoideus. Schon in der Längsmittle des Parietale treten die Schläfenlinien der gleichen Seite weiter auseinander; die interlineare glänzende Fläche verbreitert sich dementsprechend. Gegen den oberen Rand hin ist die interlineare Fläche zugleich aufgeworfen und bildet so einen glatten bogenförmigen Wulst, der an eine flache Crista erinnert und um so mehr sich ausprägt, als medial von diesem Wulste eine stärkere, fast winkelige Richtungsänderung der Knochenfläche nach oben medianwärts stattfindet. So verhält es sich vor allem im mittleren Längsgebiete des Parietale sinistrum.

In der Gegend der Tubera parietalia beträgt der Querabstand der beiden oberen Linien 108 mm, am occipitalen Ende aber 95 mm.

Schon mehrere Beobachter haben auf die sonderbare Störung aufmerksam gemacht, welche in der Mehrzahl der Fälle die beiden Schläfenlinien bei ihrer Kreuzung mit der Sutura coronalis erfahren. Sie be-

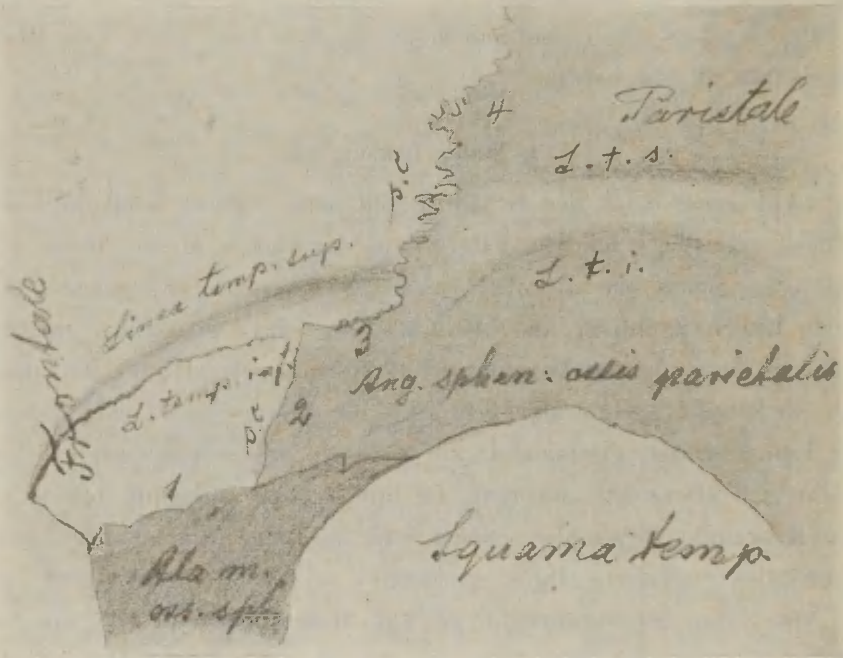


Fig. 6.

Lineae temporales in ihrem Verhalten zur Kranznaht. Linke Seitenfläche des Schädels von Kegel. Treppenform des Margo coronalis (2, 3, 4). Langgestreckter Angulus sphenoidalis, einen Processus fronto-sphenoidalis bildend; 3 = horizontaler Teil der Sutura coronalis; *sc, sc* = Sutura coronalis.

steht in der Regel in einer winkelligen Knickung beider Linien. Die parietale Fortsetzung der Schläfenlinien steigt dann zuerst steil hinter der Kranznaht auf und gelangt alsbald zur Kulmination. Diese Erscheinung, welche von Dalla Rosa und neuerdings von Schwalbe genauer untersucht worden ist, hat sich, wie wir gesehen haben, auch auf der linken Seite des Schädels von Kegel wahrnehmen lassen. Die Erklärungen der fraglichen Störung lauten verschieden.

In unserem Falle zeigt sich eine Kombination der Störung der

Lineae temporales mit ungewöhnlicher Ausbildung des Angulus sphenoidalis des Parietale und deutlicher Treppenform des unteren Teiles der Sutura coronalis. Die Sutura coronalis ist hier also gleichfalls geknickt (Fig. 6 zwischen 2, 3 und 4).

Die mit 1 bezeichnete Naht ist die Sutura fronto-sphenoidalis. An ihrem hinteren Ende steigt in stumpfem Winkel die Sutura coronalis auf- und sanft rückwärts (2). An das obere Ende dieses Bahnteiles der Sutura coronalis schliesst sich ein fast horizontal verlaufendes Stückchen der Sutura an (3), welches den Lineae temporales folgt. Nimmehr erfolgt die Kreuzung der Linien mit der Naht, deren langes Endstück (4) auf-rückwärts gegen die Mediane zieht, um sich mit der Naht der Gegenseite zu verbinden. Hinter der Kreuzungsstelle zeigt sich die obere Schläfenlinie um mehr als 1 cm aufwärts gehoben, die interlineare Fläche stark verbreitert, die untere Linie aber verschwommen, um erst später wieder deutlich zu werden. Wie ist diese Eigentümlichkeit zu erklären?

In seiner Studie über den *Pithekanthropus erectus* beschreibt *Schwalbe* die bezüglichen Verhältnisse bei *Macacus nemestrinus* und anderen Affen. Es gibt dort ebenfalls ein horizontales Stück der Kranznaht (= 3 in Fig. 6).

Er bemerkt zu dem Befunde an *Macacus*: „Beim Menschen fehlt nun diese doppelte winkelige Knickung der Kranznaht, das horizontale Stück ist steil aufgerichtet. Sollten nun die Abknickung der Schläfenlinien, ihr hinter der Kranznaht mehr oder weniger deutlich aufsteigender Verlauf nicht Reminiscenzen sein an die ursprünglichen Verlaufsverhältnisse des betreffenden Stückes der Kranznaht?“

Unser Fall beweist die Berechtigung dieser Frage und Vermutung. Denn es kommen auch beim Menschen unter gewissen Verhältnissen Zustände der Kranznaht vor, welche an jene der Affen unmittelbar anknüpfen.

Ein solcher Umstand scheint ein mächtig ausgebildeter Angulus sphenoidalis des Parietale zu sein, den man nicht wohl als einen Folgezustand des gleichen Grundvorganges wird auffassen können. Parietalia mit solch langem Keilbeinwinkel sind nicht häufig. Selten auch ist beim Menschen das horizontale Stück 3 der Kranznaht.

5. Äussere Messung.

a) Lineare Werte.

1. Der grösste äussere Horizontalumfang des Schädels von Kegel, oberhalb der Augenbrauenwülste, in der Höhe der Fossa supraglabellaris gemessen, beträgt 512 mm; der grösste äussere Horizontalumfang dieses Schädels, in der Höhe der Augenbrauenwülste gemessen, beträgt 529 mm. In beiden Fällen geht das Bandmaass über die hervorragendste Stelle der Squama occipitalis hinweg, welche im vorliegenden Fall 2 cm unterhalb des Lambda liegt.

Von den 529 mm Umfang kommen auf die Squama frontalis 171 mm, auf die grossen Keilbeinflügel 36, der Rest auf die Squamae temporales, Parietalia und das Occipitale.

Von den 512 mm Umfang dagegen kommen auf die Squama frontalis nur 150 mm.

2. Vom vorderen Rand des Porus acusticus externus über die Fossa supraglabellaris hinweg zum Porus acusticus externus der Gegenseite geführt, zeigt das Bandmaass einen Bogen von 276 mm Länge.

3. Vom hinteren Rand der Ohröffnung über das Lambda hinweg zur Ohröffnung der anderen Seite beträgt der Umfang etwas mehr, nämlich 284 mm.

5. Vom vorderen Rand der Ohröffnung über das Bregma hinweg zur Ohröffnung der anderen Seite ist der Umfang 295 mm.

6. Der grösste äussere sagittale Umfang des Schädelgewölbes = 364 mm. Hiervon kommen auf die Squama frontalis (= frontaler Bogen) 124 mm; auf das Parietale (= parietaler Bogen) 125 mm; auf die Squama occipitalis (= occipitaler Bogen) 115 mm.

Ausgangspunkt für diese Messung ist das Nasion, Ende das Opisthion, d. i. der hintere Medianpunkt des Trema (Foramen occipitale magnum).

Es kann fraglich erscheinen, ob man den Bogenwert Nasion-Opisthion bei Rechnungen als das ganze Maass des Schädelgewölbes ansprechen darf. Das Foramen occipitale magnum stellt sich uns hier entgegen als ein fragwürdiges Gebiet. Jedermann wird die Partes laterales des Occipitale zum Schädelgewölbe rechnen. Dann, so scheint es, wird man auch das Gebiet des Foramen occipitale magnum

zum Schädelgewölbe rechnen und seine Länge dem sagittalen Umfang des übrigen grösseren Gewölbeteiles hinzufügen müssen.

Am Schädel von Kegel hat das Foramen occipitale magnum eine Länge von 35 mm.

Zählen wir diese zu dem Bogenwert Nasion-Opisthion, so beträgt der Totalwert des Medianbogens $364 + 35 = 399$ mm. Für diesen medianen Totalbogen ist die Schädelbasis Ausgangspunkt und Endpunkt.

Man kann jetzt auch die Länge der *Schädelbasis* noch hinzuzählen und hat alsdann den Wert des Medianumfangs des ganzen Hirnschädels.

Am Schädel von Kegel hat die *Schädelbasis*, mit dem Nasion als vorderem, dem Basion als hinterem Ende, eine gerade Länge von 104 mm.

Zählen wir diese Basislänge dem Medianbogen hinzu, so ergibt sich $399 + 104 = 503$ mm.

503 mm ist hiernach der Wert des totalen äusseren Medianumfangs des Kegerler Hirnschädels.

Vergleichen wir diesen Wert mit dem grössten Horizontalumfang, der 512 und 529 mm beträgt, so kommen sich beide Umfänge sehr nahe; der Unterschied ist nur 9 oder 26 mm.

Vielleicht wäre es noch mehr gerechtfertigt, nicht einfach die *gerade* Länge der Schädelbasis in Rechnung zu stellen, sondern die Basis in mindestens zwei Linien zu teilen. Deren eine erstreckt sich vom Nasion zur äusseren Grenze zwischen Keilbein- und Hinterhauptbeinkörper, vom Nasion zum Sphenon, um einen kurzen Ausdruck zu haben; die andere Linie dagegen zieht vom Sphenon zum Basion. An Tafelfigur 6 sind diese Linien gezogen. Summiert man ihre Längen, $82 + 24$, so erhält man als äussere Basislänge 106 mm. Der Unterschied ist also am vorliegenden Schädel nicht beträchtlich.

Nicht für alle Zwecke wird man die Länge des Foramen occipitale magnum dem Betrag des geschlossenen Gewölbebogens hinzuzurechnen nötig haben. Aber es wird sich im Verlauf dieser Untersuchungen noch weiter zeigen, dass man Ursache haben kann, das Foramen occipitale magnum als einen offenen Teil des Gesamtgewölbebogens anzusehen.

7. Vertikaler Querumfang, zwischen den oberen Rändern beider

Ohröffnungen und dem höchsten Punkte des Scheitels, hier 5 cm hinter dem Bregma, = 312 mm.

Querumfang der Schädelbasis, vom oberen Rande der äusseren Ohröffnung über die Schädelbasis hinweg zum oberen Rand der äusseren Ohröffnung der Gegenseite = 140 mm.

Zählt man die beiden Hälften dieses *totalen* Querumfangs zusammen, so erhält man $312 + 140 = 452$, d. i. einen Betrag, der dem totalen Median- und grössten Horizontalumfang (503 u. 512 bis 529) nicht allzufern steht.

Bei dieser äusseren Messung kommen jedoch in verschiedener Weise Aussenwerke von bedeutendem Wert in Rechnung. Es wird sich also fragen, welche Zahlen uns später die *innere* Untersuchung des Hirnschädels liefern wird.

8. *Gerade Länge* der Schädelbasis, vom Nasion zum Basion, = 104 mm.

Gebrochene Länge der Schädelbasis (Nasion-Sphenon, Sphenon-Basion, = 106 mm.

9. Grösste Länge des Schädels, auf die verlängerte äussere Basallinie (Nasion-Basion) bezogen, = 175 mm.

Grösste Länge des Schädels, ohne Bezug auf eine Horizontale, = 188 mm. Ausgangspunkt Glabella; Endpunkt Oberschuppe, 20 mm unterhalb des Lambda.

10. Grösste Länge des Schädels, auf die verlängerte Nasion-Inionlinie bezogen, = 184 mm.

Als die hervorragendsten Punkte des Schädels sind bei dieser Messung, wie die Ziehung der beiden Vertikalen auf der verlängerten Nasion-Inionlinie ergibt, die Glabella und ein Punkt der Oberschuppe des Occipitale zu erkennen, welcher 34 mm vom Lambda entfernt ist.

Die Glabella als *Medianpunkt* betrachtet und in diesem Sinn vielleicht richtiger, an den anthropologischen Sprachgebrauch anschliessend, *Glabellon* zu bezeichnen, hat verschiedene Höhenlage, je nach der Richtungslinie, die gewählt wird.

Ist die Nasion-Lambdalinie die richtende, so liegt das Glabellon am tiefsten, nämlich nur 9 bis 10 mm vom Nasion entfernt; ist dagegen die Nasion-Inionlinie die richtende, so liegt das Glabellon schon

etwas höher und zwar 14 mm vom Nasion entfernt; ist die äussere Basallinie (Nasion-Basion) richtend, so beträgt die Entfernung vom Nasion bereits 16 mm; wird aber gar die Linie zur richtenden gewählt, welche den höchsten Punkt der Stirnwölbung mit dem höchsten Medianpunkt der Augenbrauengegend verbindet (*f, f* in Figur 9), so liegt das Glabellon am höchsten und hat 20 mm Entfernung vom Nasion. Ich erachte diese Stelle des Glabellon für die sachlich richtigste; sie entspricht der Hochfläche des Arcus superciliaris und Torus supra-orbitalis.

Für die Messung der Schädellänge mit Bezug auf die Nasion-Inionlinie hat natürlich letztere auch das *Glabellon* zu bestimmen, wie es hier geschehen ist.

11. Grösste Länge des Schädels, von der Fossa supraglabellaris aus gemessen, = 177 mm. Der hintere Messpunkt liegt 33 mm unterhalb des Lambda.

12. Abstand der Glabella (*g*, Figur 9) vom Lambda = 180 mm.

13. Abstand der Glabella (*g*) vom Inion = 180.

14. Abstand der Glabella (*g*) vom Basion = 116.

15. Abstand der Glabella (*g*) vom Bregma = 103.

16. Abstand der Glabella (*g*) vom Nasion = 20.

17. Abstand des Nasion vom Bregma = 115.

18. Abstand des Nasion vom Lambda = 180.

19. Abstand des Nasion vom Inion = 173.

20. Abstand des Bregma vom Basion = 134.

21. Abstand des Bregma vom Opisthion = 144.

22. Abstand des Bregma vom Inion = 152.

23. Abstand des Bregma vom Lambda = 112. (Fig. 6.)

24. Abstand des Lambda vom Opisthion = 97.

25. Abstand des Lambda vom Basion = 117.

26. Abstand des Lambda vom Inion = 70.

27. Abstand des Inion vom Opisthion = 44.

28. Abstand des Sphenon vom Nasion = 82.

29. Abstand des Sphenon vom Basion = 24.

30. Abstand des Nasion vom Ephippion (Dorsum sellae) = 80.

31. *Grösste Breite* des Hirnschädels, unmittelbar hinter dem Hinter-

rand der Squama temporalis, am Angulus mastoideus des Parietale gelegen, = 141.

32. Ohrbreite = 112.

33. Kleinste Stirnbreite (kleinster Abstand der beiden Cristae temporales) = 92.

34. Breite der Schädelbasis zwischen den breitesten Vorwölbungen der Processus mastoidei = 131.

35. Abstand der Spitzen der Processus mastoidei = 106.

36. Kleinste Schläfenbreite oberhalb der Crista infratemporalis beider Seiten (*Infratemporalbreite*) = 68.

37. Breite zwischen beiden Pterien = 117.

38. Breite zwischen beiden Stephanien = 115.

39. Breite zwischen beiden Asterien = 124.

40. Parietale Intertuberalbreite = 130.

41. Frontale Intertuberalbreite = 50.

42. Grösste Breite des Hinterhauptloches = 29.

43. *Grösste Höhe* des Hirnschädels, vom Basion bis zum Anfang des mittleren Drittels der Sutura sagittalis, = 136.

44. Abstand des oberen Randes der Ohröffnung vom Bregma = 126.

45. Höhe des Schädels auf die Basion-Nasionlinie bezogen = 134.

46. Höhe des Schädels auf die Nasion-Inionlinie bezogen = 109.

47. Höhe des Schädels auf die Glabella-Inionlinie bezogen = 101.

48. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Basionlinie = 111.

49. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Inionlinie = 99.

50. Vertikaler Abstand des Bregma von der Glabella-Inionlinie = 87.

51. Vertikaler Abstand des Bregma von der Nasion-Lambdalinie = 70.

52. Vertikaler Abstand des Bregma von der Glabella-Lambdalinie = 59.

53. Vertikaler Abstand der Verbindungslinie beider Foramina parietalia von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 126.

54. Vertikaler Abstand des Lambda von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 110.

55. Vertikaler Abstand des Inion von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 45.

56. Vertikaler Abstand des Opisthion von der verlängerten Nasion-Basionlinie = 14.

57. Gegenseitiger Abstand der Foramina parietalia = 13.
58. Abstand der lateralen Enden beider Fissurae orbitales superiores = 50.
59. Abstand der lateralen Enden beider Fissurae infraorbitales = 71.
60. Abstand beider Foramina optica: nicht zu messen, da das Foramen opticum sinistrum zertrümmert ist.
Abstand des Foramen opticum dextrum von der Mediane = 11.
61. Abstand beider Foramina stylomastoidea = 92.
62. Abstand der beiden Pori carotici externi (mediale Ränder) = 57,
(laterale Ränder) = 68.
63. Abstand der beiden Tubae auditivae = 56.
64. Abstand der Foramina lacera (mediale Ränder) = 20.
65. Abstand der hinteren Mündungen beider Canales pterygoidei (Vidii) = 30.
66. Abstand beider Tubercula spinosa ossis sphenoidalis = 61.
67. Abstand beider Foramina ovalia des Keilbeins = 43.
68. Abstand der Tubercula articularia der Squamae temporales = 121.
69. *Profillänge des Gesichtes* = Gesichtslänge von Kollmann (unterer Medianpunkt des Processus alveolaris maxillae bis Basion) = 103.
70. Obergesichtshöhe (Nasion — unterer medianer Alveolarpunkt der Maxilla) = 85.
71. Gesichtsbreite von Virchow (zwischen den unteren Enden der Oberkiefer-Jochbeinnähte) = 92.
72. Jochbreite (grösster Abstand beider Jochbögen) = 134.
73. Interorbitalbreite (kleinster Abstand der medialen Orbitalränder) = 19.
74. Nasenhöhe (Nasion bis Spina nasalis anterior) = 53.
75. Grösste Breite der Apertura piriformis = 22.
76. Grösste Breite des Introitus orbitalis = 37.
77. Grösste horizontale Breite des Introitus orbitalis = 36.
78. Grösste Höhe des Introitus orbitalis = 32.
79. Grösste Länge der rechten Orbital-Pyramide = 39.
80. Abstand der Spina nasalis anterior vom Basion = 98.
81. Abstand beider Foramina infraorbitalia = 50.
82. Unterer vorderer Rand der Maxilla bis Spina nasalis posterior = 64.

83. Grösste Breite der Maxilla am Processus alveolaris, hinter dem Molaris II = 63.

84. Gaumenlänge (Spina nasalis posterior, hintere Lamelle des Alveolarrandes zwischen den Incisivi mediales) = 59.

85. Gaumenmittelbreite (innere Alveolarwände der beiden Molares secundi) = 34.

86. Gaumenendbreite (zwischen den hinteren Enden des Gaumens) = 33.

87. Hintere Höhe der Maxilla (vom lateralen Ende der Fissura infraorbitalis bis zum Ende des Alveolarfortsatzes hinter dem Molaris II) = 48.

88. Vordere Höhe der Maxilla (Margo infraorbitalis bis zum unteren Alveolarrand des Dens angularis) = 48.

89. Höhe der Maxilla vom oberen Ende des Processus nasalis bis zum unteren Alveolarrand des Incisivus II = 70.

90. Grösste Höhe der Choanae = 28.

91. Grösste Breite der Choanae = 25.

b) Indices.

1. Längenbreitenindex und Längenhöhenindex. Die grösste Länge des Schädels von Kegel ist 188, die grösste Breite 141 mm. Auf die Länge von 100 berechnet ist die Breite = 75. Längenbreitenindex = 75.

Die grösste Höhe des Schädels von Kegel ist 136.

Ist die grösste Länge 188, die grösste Höhe 136, so ergibt sich als Längenhöhenindex der Wert 72,3.

Legt man der Längenmessung des Schädels von Kegel die verlängerte äussere *Basallinie* (Nasion-Basion) zu Grunde, so beträgt die Länge = 175 mm. Da die grösste Breite 141 mm, so gilt die Formel

$$175 : 141 = 100 : x.$$

Der Längenbreitenindex ist hiernach 80,6.

Die auf der gleichen Grundlage gemessene *grösste Höhe* des Schädels beträgt 134 mm.

Die entsprechende Gleichung für den Längenhöhenindex ist

$$175 : 134 = 100 : x.$$

Der Längenhöhenindex ist daher = 76,6.

Legt man dagegen der Längenmessung die *Nasion-Inionlinie* zu

Grunde, mit der Länge = 184, der Breite = 141, der Höhe = 109, so erhält man

als Längenbreitenindex den Wert von 76,6;

als Längenhöhenindex den Wert von 59,2.

Wollte man der Rechnung und Messung die Länge: Fossa supraglabellaris bis Oberschuppe = 177 mm zu Grunde legen, so ändert sich die Indexzahl nur unbedeutend.

Anders wieder stellen sich die Werte, wenn die Nasion-Lambda- oder die Glabella-Lambdalinie zur richtenden Linie benützt wird; aber auch von dieser Bestimmung sei Umgang genommen.

Dagegen sei noch die *Summe* der Breite und Höhe bestimmt und diese Summe mit der Länge zu einem Indexwerte berechnet.

$$141 + 134 = 275$$

$$175 : 275 = 100 : x.$$

Das Verhältnis der Länge (= 100) zur Summe der Breite und Höhe, d. i. der Längen-Breitenhöhenindex, ist hiernach = 157.

Nicht ohne Grund ist dieser Index hier vorgeführt. Seiner Bestimmung liegt nämlich der Gedanke zu Grunde, dass in früher Embryonalzeit das Maass der Breite und Höhe zu einem einzigen Maasse zusammenfallen, zur Breite. Es ist dies in jener Zeit, da die Embryonalanlage noch eine Platte bildet und ihre Seitenränder sich noch nicht erhoben haben, um das Medullarrohr und das Epidermalrohr anzulegen. Hier wird man auch an die Indices der *Umfänge* zu denken haben.

2. Zu den äusseren Indices gehören auch die von Schwalbe sogenannten *Krümmungsindices* der Schädelknochen.

Unter Krümmungsindex versteht man das Verhältnis der Bogenlänge eines Knochens zu seiner Sehne, auf 100 mm Länge bezogen.

Mediane Bogenlängen der Gewölbeknochen und deren Sehnen sind bereits mitgeteilt worden, hier also noch die Indices zu berechnen (siehe Tafelfigur 6).

Der Bogen des Frontale ist 124, dessen Sehne 115 mm lang.

Der Krümmungsindex des Frontale ist nach der Formel

$$124 : 115 = 100 : x \text{ zu berechnen:}$$

$$x = 92,7.$$

Der Bogen des Parietale = 125, dessen Sehne = 112.

Der Krümmungsindex des Parietale = 89,6.

Der Bogen der Squama occipitalis = 115, dessen Sehne = 97.

Der Krümmungsindex der Squama occipitalis = 84,4.

Betrachtet man auf Tafel 6 den Krümmungsbogen des Occipitale und seine Sehne, so wird sogleich deutlich, dass der Bogen lo und die Sehne lo nicht den ganzen Betrag des Occipitalbogens ausmachen, sondern nur einen Teil. Es gehört die Ausdehnung ob , die Länge des Foramen occipitale magnum, ergänzend noch dazu; man braucht bloss an die Partes laterales des Occipitale zu denken, welche zum Gewölbe gehören und jenes Foramen seitlich begrenzen. Fügt man also die Länge des Foramen occipitale magnum = 35 mm dem Bogenwerte der Squama noch hinzu, so erhalten wir als Gesamtlänge des Occipitalbogens $115 + 35 = 150$. Die zu diesem Gesamtbogen gehörige Sehne hat eine Länge von 117 mm. Der Krümmungsindex des occipitalen *Totalbogens* ist hiernach 78,0.

Er unterscheidet sich vom Index des occipitalen Partialbogens, der 84,4 beträgt, zwar nicht weitgehend, aber doch genügend.

Den Partialbogen *Lambda-Opisthion* kann man übrigens noch in zwei Unterbogen zerlegen, einen oberen, den Lambda-Inionbogen, und einen unteren, den Inion-Opisthionbogen. Beide Bogen, von welchen der obere der Fossa occipitalis, der untere der Fossa cerebellaris der Squama entsprechen würde, sind jedoch als Medianbogen nicht gleichwertige Ausdrücke jener beiden *Gruben*. Der untere ist, da hier die Crista occipitalis externa störend ins Gewicht fällt, weniger brauchbar als der obere, der sich sehr gut ausprägt.

Der Lambda-Inionbogen nun hat eine Länge von 75 mm; seine Sehne ist 70 mm lang. Sein Krümmungsindex = 93,3.

Der Inion-Opisthionbogen ist in unserem Fall zu zwei vorwärts leicht konkaven Linien geworden ($i-i''$, $i''-o$). Die zugehörige Sehne hat eine Länge von 44 mm.

Noch viele andere Indices könnten hier eine Stelle finden, so die Indices der Orbita, des Introitus und Exitus nasi, des harten Gaumens und mancher anderer Gegenden. Doch bleibt deren Ausrechnung, soweit nicht an späterem Ort darauf zurückzugreifen ist, dem Bedürfnis des

Lesers überlassen. Die grundlegenden Linienwerte sind sämtlich bereits mitgeteilt worden.

Es ist zur Zeit ein Streit entbrannt über den Wert der Schädelindices im allgemeinen. Er wird dazu führen, die wahre Bedeutung der Indices mehr ans Licht zu setzen und zur Anerkennung zu bringen, ihre Überschätzung aber vermeiden zu lernen. Der Wert der absoluten wird gegenüber den Verhältniszahlen mehr in den Vordergrund treten, ohne die Indices als überflüssig erscheinen zu lassen. Zu diesem Ergebnis wird auch die vorliegende Untersuchung gelangen.

Ich kann diesen Abschnitt nicht schliessen, ohne auf folgende Wachstumsänderungen beim Embryo aufmerksam gemacht zu haben. Ganz frühzeitig, noch vor dem Schluss des Medullarrohrs, ist die Kopfanlage überaus langgestreckt, gegenüber der Breite. In späteren Stufen nimmt die Breite verhältnismässig bedeutend zu, der Kopf wird brachycephal. So zweifellos bei allen Völkern. Von dieser brachycephalen Grundform aus vollziehen sich dann die weiteren Wandlungen in alle jene Formen, die vom Erwachsenen bekannt sind. G. Retzius gebührt das Verdienst, auf die lange Dauer der fötalen Brachycephalie zuerst gebührend hingewiesen zu haben. Doch ist hier, an Mensch und Tier, noch eine grosse messende Arbeit zu leisten. Dann wird das Wesen der verschiedenen Schädelformen besser verstanden werden, als es gegenwärtig verstanden werden kann.

Die oben erwähnten Indices sind sämtlich *Aussenindices*, da wir es hier mit der äusseren Oberfläche des Schädels zu tun haben. Später, bei der Betrachtung des Schädelinneren, werden die *Innenindices* zu beachten und mit den äusseren zu vergleichen sein.

c) *Äussere Winkel.*

Der Krümmungsbetrag der Gewölbeknochen des Schädels kann nicht allein durch die Aufstellung von Krümmungs-Indices bestimmt werden, sondern auch durch eine zweite Methode, welche die Methode der Messung von Krümmungs-Winkeln genannt wird.

So nennt man nach dem Vorgang von *Lissauer* (er nannte sie Wölbungswinkel) die Winkel, welche dadurch erzeugt werden, dass von dem höchsten Punkte eines Bogens Sehnen zu den beiden Bogen-

enden gezogen werden. Der von beiden Sehnen eingeschlossene Winkel ist der Krümmungswinkel.

An Figur 6 ist der höchste Punkt des Frontalbogens *nbr* bei *fw* gelegen. Die von diesem Punkt ausgehenden gestrichelten Linien führen zum Nasion und Bregma, als den Enden des Frontalbogens. Der von ihnen eingeschlossene *frontale Krümmungswinkel* hat den Wert von 142° .

Der *parietale* Krümmungswinkel (*pw*) = 136° .

Der *obere occipitale* Krümmungswinkel = 144° .

Der *ganze squamale* Krümmungswinkel = 114° .

Der *ganze occipitale* Krümmungswinkel (für dessen Bestimmung die Ausdehnung des Foramen occipitale magnum mit in Betracht kommen muss) = 104° . Die ihm einschliessenden Linien sind *li* und *ib*.

An ihn schliesst sich der hintere basale Winkel *nb*, *bi* an, mit dem Werte von 145° .

Der Anschluss des vorderen basalen Winkels liegt am Nasion, wird von den Linien *n fw* und *nb* eingefasst und hat den Wert von 95° . Damit ist die Reihe dieser Winkel geschlossen; doch sind noch die Ergänzungswinkel am Bregma, Lambda und Inion zu erwähnen, welche 143° und 153° , 119° , beziehungsweise 132° , 104° messen.

So verhält es sich mit den Krümmungswinkeln der Gewölbeknochen und ihrer Ergänzung am medianen Schädelumfang.

Es folgt nunmehr die Betrachtung einer anderen äusseren Winkelgruppe, jener nämlich, welche von den *Sehnen der einzelnen Gewölbeknochen* und von der anschliessenden Schädelbasis eingeschlossen werden. Man erkennt diese äusseren Sehnenwinkel der Nachbarknochen in Figur 6 zwischen den ausgezogenen Linien *n br* und *br l*, *brl* und *li*, *brl* und *lo*, *brl* und *lb*, *b* und *n*. Man bemerkt zugleich, dass diese Linien ein Vieleck mit nicht allzuvielen Seiten (im äussersten Fall mit sechs, im vereinfachten Fall mit fünf oder vier Linien) begrenzen. Diese Linien stellen zusammen das *äussere Schädelpolygon* her, welches also sechs, fünf oder vier Seiten besitzt und die zugehörigen Winkel einschliesst.

Dem *ersten* der dabei zu betrachtenden Winkel begegnen wir bei *n*, zwischen den Linien *nb* und *nbr*; er ist ein Anschlusswinkel des

Gewölbes an die Basis, beträgt in unserem Falle 76° und kann der nasale Sehnenwinkel des äusseren Schädelpolygons genannt werden. Man beachte den gleichen Winkel an einem normalen Schädel mit schönem Gewölbebogen schon jetzt, wie er uns in Figur 7 entgegentritt; hier hat er den Wert von 81° .

Der *zweite* Winkel dieser Reihe liegt am Bregma (Figur 6, *br*), wird begrenzt von den Linien *br n* und *br l*; sein Wert ist 105° . Am Schädel der Norm¹⁾ beträgt dieser Winkel 100° .

Der *dritte* Winkel liegt am Lambda, wird von den Linien *l br* und *li* eingefasst und hat am Schädel von Kegel den Wert von 111° , am Schädel der Norm von 123° .

Der *vierte* Winkel liegt am Inion (Figur 6, *i*), wird von den Linien *il* und *io* eingeschlossen und hat am Schädel von Kegel den Wert von 114° , am Schädel der Norm von 110° .

Der *fünfte* Winkel liegt am Opisthion (Figur 6, *o*), hat als Begrenzung die Linien *oi* und *ob* und am Schädel von Kegel einen Wert von 155° , am Schädel der Norm einen solchen von 143° .

Der *sechste* und letzte dieser Winkel liegt am Basion (Figur 6, *b*), wird von den Linien *bo* und *bn* eingeschlossen und hat am Schädel von Kegel den Wert von 160° , am Schädel der Norm einen solchen von 159° .

Das *Inion* als einen Grenzpunkt zu wählen, dazu liegt eine morphologische Berechtigung vor. Denn das Occipitale ist kein einfacher Knochen, sondern hat die Bedeutung eines Knochenkomplexes, an welchem das Inion den Medianpunkt einer wichtigen horizontalen Grenzscheide von bekannter Bedeutung darstellt.

Schaltet man jedoch, wozu der fertige Knochen veranlassen darf, das Inion als Grenze aus, so kommt als nächster Grenzpunkt das Opisthion in Frage, als hinterer Rand des Gewölbeeingangs.

An Stelle der beiden Linien *il* und *io* tritt jetzt die Linie *ol*. Sie schliesst mit der Linie *ob* einen *anderen vierten* Winkel ein, der am Schädel von Kegel den Wert von 115° , am Schädel der Norm

¹⁾ Der Ausdruck „Schädel der Norm“ soll nur bedeuten: normal gestalteter Schädel. Der Kürze wegen kann nur *ein* Fall von normaler Gestalt zur Vergleichung dienen,

dagegen von 105° hat. Der zugehörige Winkel bei l ist aber bei dieser Operation kleiner geworden; er liegt jetzt zwischen den Linien $l\ br$ und $l\ o$ und hat am Schädel von Kegel den Wert von 89° , am Schädel der Norm von 93° .

Man darf aber auch noch den Punkt o ausschliessen, da er mit der Linie ob zum Gewölbe gehört und an keinen Knochen, sondern an eine Lücke im Knochen grenzt. Schliesst man o aus, so tritt b an seine Stelle, das Basion. Der *vierte* Winkel, um den es sich jetzt handelt, liegt bei b und wird von den Linien bl und bn begrenzt. Er hat am Schädel von Kegel den Wert von 108° , am Schädel der Norm dagegen von 106° .

Durch den Ausfall von o ist jedoch auch der Winkel bei l in Mitleidenschaft gezogen worden. Er wird begrenzt von den Linien $l\ br$ und lb und hat am Schädel von Kegel den Wert von 72° , den gleichen Wert am Schädel der Norm.

Bei dieser starken, aber nicht unberechtigten Reduktion des Sechsecks in das Viereck, welches die Hauptpunkte des Gewölbes und der Basis einschliesst und somit einen gewissen *Gesamtausdruck* für den ganzen Medianumfang des Schädels darstellt, haben wir vom Nasion beginnend, folgende gerade *Seitenlängen*:

	frontale	parietale	occipitale	basale
am Schädel von Kegel:	115 mm	112 mm	117 mm	104 mm
am Schädel der Norm:	107 „	118 „	112 „	104 „ ;

und folgende *Winkel*:

den nasalen, bregmatischen, lambdischen, basalen;

am Schädel von Kegel:	76°	105°	72°	108°
am Schädel der Norm:	81°	100°	72°	106°

Die Summe aller *Seitenlängen* ergibt

am Schädel von Kegel den Betrag von 448

am Schädel der Norm von 441.

Die Summe aller *Winkel* ist

am Schädel von Kegel 361

am Schädel der Norm 359.¹⁾

¹⁾ Nach geometrischem Lehrsatz würden in beiden Fällen 360° zu erwarten sein.

Die *Formen* der beiden Vierecke und ihren Flächeninhalt an dieser Stelle bereits in das Auge zu fassen, liegt keine Veranlassung vor.

Wohl aber sind folgende *Linien* schon jetzt zu beachten:

Die Linien *brb*, *bro*, *bri* und *brl* haben an beiden Schädeln folgende *Längen*:

	<i>brb</i>	<i>bro</i>	<i>bri</i>	<i>brl</i>
am Schädel der Norm :	136	155	163	118
am Schädel von Kegel :	134	144	152	112.

Summiert man je die dem gleichen Individuum angehörigen Längen, so ist

für den Schädel der Norm	die Summe =	572
für den Schädel von Kegel	„ „	= 542

Der Unterschied beträgt hiernach 30 mm.

Aber auch ohne diese Summierung bemerkt man an den Zahlen und ebenso an den Zeichnungen (Figur 6 und Figur 7), dass der Schädel von Kegel gegenüber dem der Norm niedergedrückt erscheint.

Je niedergedrückter aber ein Polygon ist, um so weniger Raum wird es einnehmen; und um so *länger* müssen die Seiten werden, wenn sie ein Polygon zu stande bringen sollen, welches trotz der Niederdrückung mit dem *aufgerichteten* Polygon nur einigermaßen an Raum wetteifern soll.

Betrachten wir nun die Seitenlängen des Polygons von Kegel und vergleichen sie mit jenen des Schädels der Norm (s. oben), so stimmen im *basalen* Teil beide überein, mit 104 mm. Im *fornikalen* Teil dagegen weichen sie voneinander ab; und zwar hat der Schädel der Norm *ein* Übergewicht, nämlich im parietalen Element, mit 6 mm. Im frontalen und occipitalen Element, also in *zwei* Elementen, ist aber der Schädel von *Kegel* im Übergewicht, und zwar mit 8 im frontalen, mit 5 im occipitalen Element, zusammen mit 13 mm. Folglich ist der Schädel von Kegel auch im *ganzen* im Übergewicht der Seitenlängen gegenüber dem Schädel der Norm, nämlich mit 7 mm.

Was aber anfänglich erschreckend wirken könnte, ist in Wirklichkeit gerade von entgegengesetzter Bedeutung; das Übergewicht der Seitenlängen muss zwar als eine der Niederdrückung des Polygons entgegenwirkende, aber nicht ausreichende Maassregel, folglich zu *Un-*

gunsten des Schädels von Kegel ausgelegt werden, dessen schlimme Lage dadurch erst recht ins Licht gesetzt wird.

Noch ein anderer Unterschied ist an den beiden Vierecken der Figuren 6 und 7 leicht zu bemerken. Er zeigt sich in der verschiedenen Richtung der Linien *br b* an beiden Schädeln. In Figur 7, die den Schädel der Norm wiedergibt, liegt das Bregma, der Punkt *br* etwas nach *links* vom Punkte *b*, dem Basion. Am Schädel von Kegel hingegen, Figur 6, liegt *br*, trotz der gleichen Einstellung der Schädel auf die Lambda-Horizontale, ansehnlich nach *rechts* von *b* verschoben, obwohl die Basallinien an Länge gleich sind (104 mm) und auch die gleiche Winkelstellung zur Nasion-Lambdalinie haben (40°). In diesem Verhalten der Bregma-Basionlinie (*br b*) prägt sich sehr deutlich die Niederdrückung des Stirnbeins von Kegel und die Geraderstreckung seines Bogens aus.

Zieht man eine Gerade von dem Punkte *br* zum Punkte *a*, der Grenze zwischen der Pars glabellaris und Pars cerebialis des Stirnbeins, so ist diese Abflachung des Stirnbogens von Kegel nur um so deutlicher; man sieht dann sofort, dass der Stirnbogen fast zur *Sehne* geworden ist.

Misst man jetzt den Winkel, welchen die Bregma-Basionlinie (*br b*) am Schädel von Kegel und am Schädel der Norm mit der Basallinie *nb* bildet, so haben wir am Schädel der Norm den Wert von 51°, am Schädel von Kegel dagegen den Winkel von 57°. Aber auch dieses Mehr spricht nach Lage der Dinge zu Ungunsten, nicht zu Gunsten des Schädels von Kegel. Es zeigt auf das schärfste an, dass dessen Stirnbein niedergedrückt und selbst der *Bogen* des Stirnbeins gestreckt worden ist. So musste der Punkt *br* nach hinten weichen und den basalen Bregma-Nasalwinkel vergrößern.

Auch die Scheitelwölbung des Schädels von Kegel ist niedriger, flacher, als die des normalen Schädels; dort beträgt der Krümmungswinkel 136, hier dagegen 127°, was einer stärkeren Wölbung entspricht (Figur 6 und Figur 7, *pw*).

Selbst am Hinterhauptbein schlägt das Verhältnis der Winkel noch nicht um: denn am Schädel der Norm beträgt der Winkel *io il* 110°, am Schädel von Kegel aber 114°; der Winkel *il ib* 94° und 104°.

Dagegen zeigt allerdings der Krümmungswinkel der oberen Occipitalwölbung (*oow*) am Schädel der Norm 158° , am Schädel von Kegel 144° .

Die Niederlegung der Stirn am Schädel von Kegel spricht sich auch in dem Winkel sehr deutlich aus, welchen die Bregma-Nasionlinie (*br n*) mit der Basallinie *n b* bildet. Dieser Winkel springt im Schädel von Kegel stärker vor, er ist spitzer, als am Schädel der Norm; denn er beträgt bei diesem 81° , bei jenem nur 76° (Figur 6 und Figur 7). Doch ist von dem Thema der Stirnneigung an späterer Stelle (S. 160—166) noch manches andere mitzuteilen.

Hier aber haben wir uns jetzt mit dem ebenfalls interessanten Gegenstand der Neigung des *Hinterhauptloches* zu beschäftigen. Welche Menge von Untersuchungen hat seit Daubentons Zeit diese Pforte allein hervorgebracht! Nicht ohne weitgehende Aufschlüsse vielfacher Art gegeben zu haben, die sich bis in das Gebiet der aufrechten Haltung des Menschen erstrecken! Es würde sich sehr der Mühe verlohnen, eine vollständige Geschichte dieser Untersuchungen zu geben. Davon kann aber hier, wo das Foramen occipitale magnum nur ein kleines Beet in einem ausgedehnten Garten bildet, nicht die Rede sein. Es muss sich vielmehr darum handeln, ohne Umschweife und Aufenthalt gleich mitten in die Sache einzutreten.

Die Neigung des grossen Hinterhauptloches beurteile ich als die Neigung eines Gewölbestückes gegen den Schädelgrund. Dieser Neigung einer durchbrochenen Gewölbeabteilung folgt weiter hinten und oben ein ganzer Kranz anderer Neigungen und Gewölbeteile, an der Squama occipitalis allein deren zwei, mit dem Anschluss an das Parietale drei. Sie alle haben die Aufgabe, das Schädelgewölbe zu beginnen und weiterzuführen, um das Gehäuse für das Gehirn in geeigneter Weise gestalten zu helfen.

Eine Beziehung der Neigung des Foramen occipitale magnum auf eine *andere* Ebene und Linie als auf die Basalebene und Basallinie führt sehr leicht zu Unverständlichkeiten und entbehrt zugleich der morphologischen Berechtigung.

Betrachtet man zuerst die hinteren Glieder des Gewölbes an einem normalen Schädel, so sei als Unterlage Textfigur 7 gewählt, eine Konstruktion, welche nicht willkürlich erfunden, sondern einem

Medianschnitt durch den wohlgeformten Schädel eines erwachsenen Menschen getreu entnommen ist (Tafelfigur 7, Schädel der Norm).

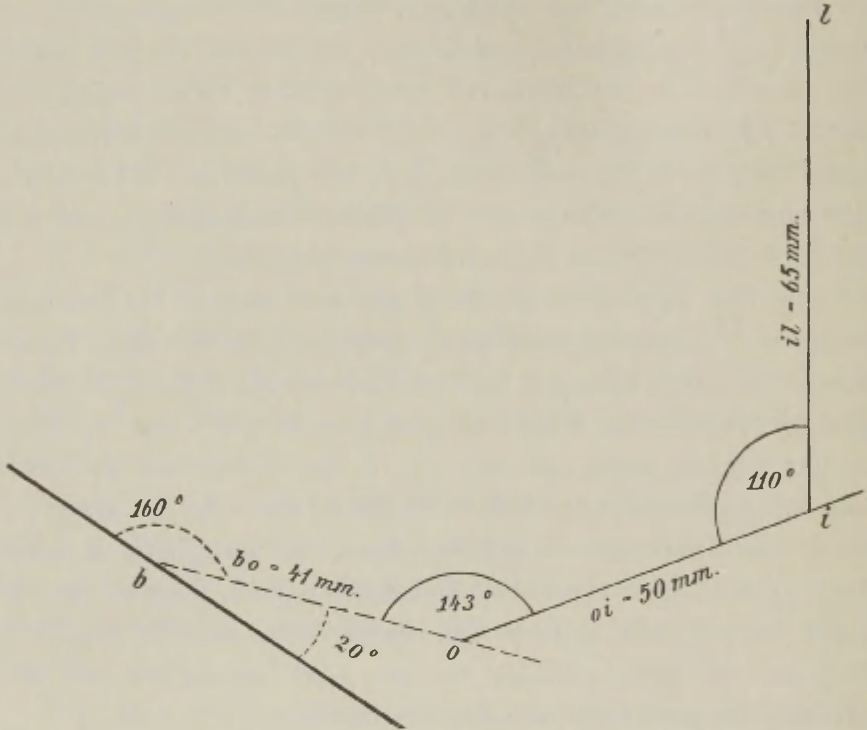


Fig. 7.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons des Schädels der Norm. *b* = Basion und Teil der Linea basalis externa; *o* = Opisthion; *i* = Inion; *l* = Lambda.

$$41 + 50 + 65 = 156.$$

$$20^\circ + 143^\circ + 110^\circ = 273^\circ.$$

Die Linie *b* ist ein Teil der äusseren Basallinie, die sich vom Nasion (*n*) zum Basion (*b*) erstreckt und über diesen hinaus sich verlängert. Bei *b* beginnt der durchbrochene Anfangsteil des Gewölbes, das Foramen occipitale magnum im Medianschnitt, und erstreckt sich zu *o*, dem Opisthion, dem hinteren Rand des Foramen. Das Foramen erhebt sich über die Basallinie in einem Winkel von 20°, geht also von der Basallinie ab in einem Winkel von 160°. Auf diesen Winkel kommt es zunächst an, der andere ist sein Ergänzungswinkel.

Bei weiterer Fortsetzung des Gewölbes folgt das Gebiet der Unterschuppe, mit der Linie *oi*, die sich vom Opisthion zum Inion

ausdehnt. Das Glied *oi* erhebt sich von der Fortsetzung der Linie *bo* in einem Winkel von 37° und steht zu *bo* selbst in einem Winkel von 143° .

Das folgende Glied, die Oberschuppe, *il*, vom Inion zum Lambda sich erstreckend, geht von dem vorausgehenden in einem Winkel von 110° ab, erhebt sich folglich über die Fortsetzung von *oi* in einem Ergänzungswinkel von 70° . So weit erstreckt sich das occipitale Gebiet mit drei Gliedern. Es folgt jetzt der Anschluss an das parietale Gewölbeglied in einem Winkel von 123° , dem ein Erhebungswinkel von 57° von der fortgesetzten *il*-Linie entspricht, die nicht mehr gezeichnet sind.

Es ist von Nutzen, ein zweites Beispiel (Textfigur 8) ins Auge zu fassen. *b* ist Basion und zeigt zugleich die Basallinie dieses Schädels an.

Das erste Glied des Gewölbes, *bo*, schliesst sich an die Basis an in einem oben offenen Winkel von 152° ; der ergänzende Winkel der Erhebung beträgt 28° . Das zweite Glied des Gewölbes, *oi*, steht zu dem ersten in einem oben offenen Winkel von 150° ; der ergänzende Erhebungswinkel ist 30° . Das dritte Glied des Gewölbes, *il*, steht zu dem zweiten in einem oben offenen Winkel von 107° ; dessen Ergänzungswinkel ist 73° ; der Anschlusswinkel an das Parietale beträgt 127° , mit einem Ergänzungswinkel von 53° .

Der Anschluss des Foramen occipitale magnum an die Schädelbasis geschieht in diesem Falle also in einem um volle 8° weniger stumpfen Winkel, als im vorigen. Der zugehörige Schädel ist ein ausgesprochener Kurzschädel (Tschuktsche).

Wiederum anders stellen sich die Verhältnisse in einem dritten, letzten Fall, dem Schädel von *Kegel*, der hier noch darauf untersucht werden muss.

Am Schädel von Kegel (Fig. 9) geschieht der Anschluss des ersten Gliedes des Schädelsgewölbes, nämlich des Foramen occipitale magnum und der es seitlich begrenzenden Partes laterales des Occipitale, an die Basallinie in einem oben offenen Winkel von 159° . Der Ergänzungswinkel oder Erhebungswinkel von der Basallinie hat 21° .

Das zweite Glied des Gewölbes, die Unterschuppe *oi*, ist an das erste in einem oben offenen Winkel von 155° angefügt; der zugehörige

Ergänzungswinkel $= 44^\circ$. Es folgt das dritte Gewölbeglied, die Ober-
schuppe il , mit einem Anschlusswinkel von 114° , mit einem Ergänzungswinkel von 66° . Der Anschluss dieses Gliedes an das nächst vordere,

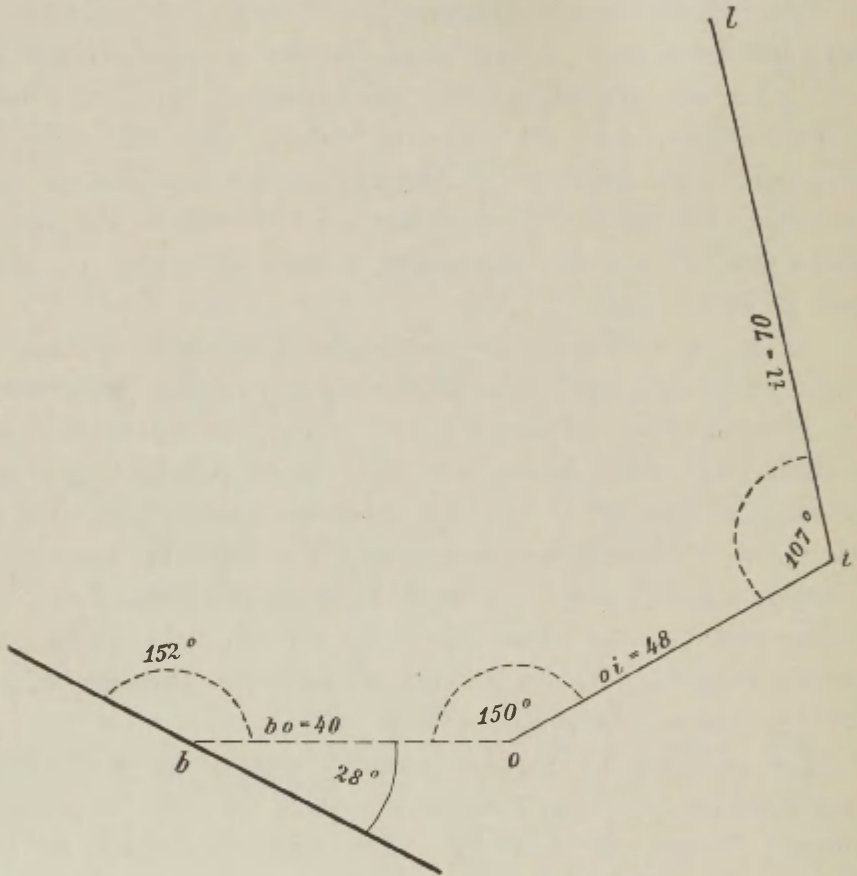


Fig. 8.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons des Schädels eines Tschuktschen.

b = Basion und Teil der Linea basalis externa. o = Opisthion; i = Inion;

l = Lambda. Die gestrichelte Gerade = For. occipitale magnum.

$$40 + 48 + 70 = 158.$$

$$28^\circ + 150^\circ + 107^\circ = 285^\circ.$$

das Parietale p , zeigt einen Winkel von 111° , die Ergänzung oder Erhebung also einen Winkel von 69° .

Stellt man die aufeinanderfolgenden vier Winkelwerte der betrachteten drei Schädel vergleichend zusammen, so gewährt die Zusammenstellung folgendes Bild:

	Basaler Winkel		Opisthionwinkel		Inionwinkel		Lambdawinkel	
	Komplement		Komp.		Komp.		Komp.	
Erster Schädel	160	20	143	37	110	70	123	57
Zweiter Schädel	152	28	150	30	107	73	111	69
Schädel von Kegel	159	21	155	23	114	66	111	69

Würde eine grosse Anzahl von Schädeln zur Vergleichung herangezogen werden, so würden sich gewiss noch beträchtlichere Schwankungen, aber auch viele Übereinstimmungen ergeben. Für den vorliegenden Zweck aber genügen jene drei Schädel.

Der Unterschied in der Winkelstellung des Foramen occipitale magnum zur Basallinie beträgt zwischen dem ersten und zweiten Schädel nicht weniger als 8°. Der Schädel von Kegel steht vom ersten Schädel nur 1° ab.

Wieviel betragen die *Summen* je aller Winkelwerte der drei Individuen?

$$\text{Erster Schädel } 20 + 37 + 70 + 57 = 184$$

$$\text{Zweiter Schädel } 28 + 30 + 73 + 69 = 200$$

$$\text{Dritter Schädel } 21 + 23 + 66 + 69 = 179.$$

Der Unterschied zwischen den Summen der Winkel des ersten und dritten Schädels ist nur klein, er beträgt 5; es tritt eine gewisse Ausgleichung ein.

Der Unterschied zwischen den Summen des dritten und zweiten Schädels ist grösser; er beträgt 21. Der zweite ist ein Kurzschädel. Vielleicht hängt der grössere Unterschied mit dieser Form zusammen.

Am Schädel von Kegel und der zugehörigen Figur 9 ist aber noch eine andere auf die Neigung des Foramen bezügliche Aufgabe zu erfüllen. Es könnte sich fragen, ob nicht etwa eine *andere* richtende Ebene und Linie geeigneter zur Untersuchung der Neigung sein könnte, als die hier verwendete Basale? Es ist daher der Versuch nicht zu vermeiden, die Frankfurter, die Würzburger, die Pariser Ebenen und Linien als richtende einzuführen.

Ist die Linie *gl* (Glabella-Lambda) die richtende (in der Figur 9 oben), so ist der Wert der Winkelstellung des Foramen 10°. Verschiedenheiten in der Winkelstellung sind hier zwar ebenso leicht zu

linie schneiden den natürlichen Winkel am Inion (114°) rücksichtslos in zwei ungleiche Teile.

Man erhält mit den zur Vergleichung vorgeführten Richtungsebenen und -Linien also zwar geometrisch richtige, aber unnatürliche Ergebnisse mit fremdartigen Beziehungen. Ungezwungen und naturgemäss folgen Linien und Winkel nur dann aufeinander, wenn die *basale Linie* zur richtenden angenommen wird.

Zur Ergänzung des bisher über die Neigung Gesagten ist noch folgenden Fällen Beachtung zu schenken.

Am Medianschnitt des Schädels eines *neugeborenen Menschen* untersucht, verhält sich die Neigung des Foramen occipitale magnum und der Nachbarteile folgendermaassen:

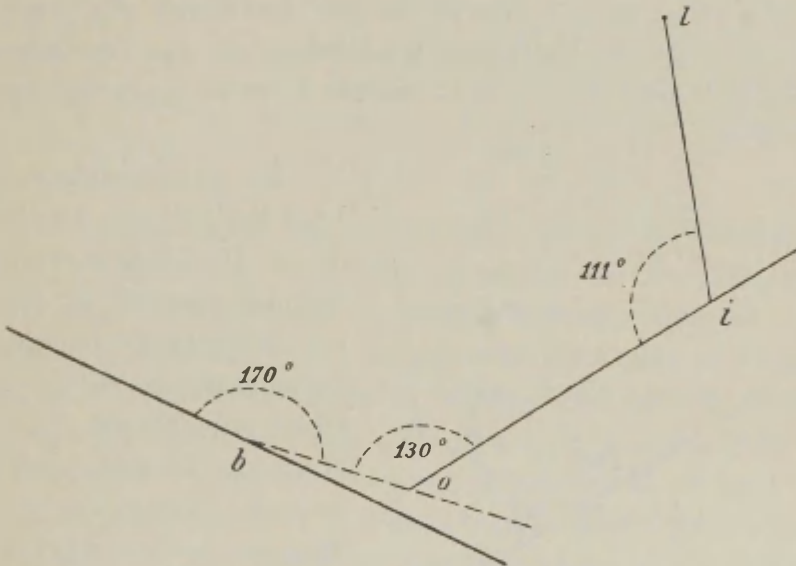


Fig. 10.

Hinterer Teil des äusseren medianen Polygons eines neugeborenen Menschen. *b* = Basion und Teil der äusseren Basallinie. *o* = Opisthion; *i* = Inion; *l* = Lambda. Die gestrichelte Linie *bo* = For. occipitale magnum.

Die Entfernung des Nasion vom Basion beträgt 59 mm; das Foramen occipitale magnum hat eine Länge von 21 mm. Vom Opisthion ist das Inion 46 mm, vom Inion das Lambda 37 mm entfernt.

An die äussere Basallinie, Figur 10, *b*, schliesst sich das Foramen occipitale magnum in einem sehr stumpfen Winkel an, der 170° be-

trägt; das Foramen ist also gegen die Basallinie in einem Winkel von nur 10° geneigt.

Die Unterschuppe grenzt an die Medianlinie des Foramen in einem Winkel von 130° ; der Erhebungswinkel ist also 50° . An die Unterschuppe schliesst sich die Oberschuppe in einem Winkel von 111° ; der Erhebungswinkel ist folglich 69° .

Auffallend ist nicht allein die geringe Erhebung der Foramen-Mediane von der Basallinie (10°), sondern auch die Länge der Unterschuppe, die Kürze der Oberschuppe; das Kleinhirn ist hier verhältnismässig gross, der Hinterlappen des Endhirns klein.

Die starke Neigung der Unterschuppe gegen die Foramen-Mediane ist um so auffallender, als beim menschlichen Fötus die Dinge ganz anders liegen und an die Verhältnisse bei Tieren sich anreihen. Figur 11 zeigt die Linien und Winkelwerte, die dem Medianschnitt des Schädels eines menschlichen Fötus aus der Mitte des fünften Monats entsprechen.

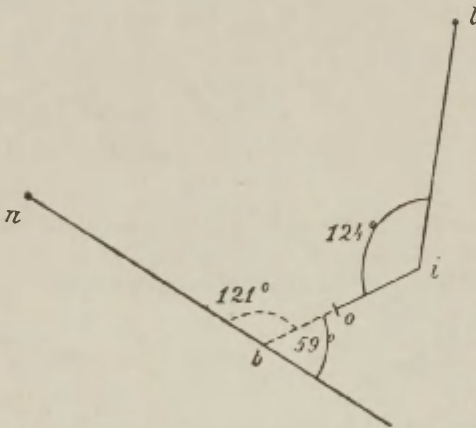


Fig. 11.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons eines menschlichen Fötus von 4—5 Monaten. nb = Nasion-Basionlinie; o = Opisthion; i = Inion; l = Lambda. Die gestrichelte Gerade = For. occipitale magnum.

Die äussere Basallinie n bis b hat hier eine Länge von 36 mm. Die Länge des Foramen occipitale magnum ist 10, die der Unterschuppe 12, die der verhältnismässig sehr langen Oberschuppe 32 mm. Die Mediane des Foramen occipitale magnum schliesst sich an die Basallinie in einem oben offenen Winkel von 121° ; sie erhebt sich also von der Basallinie sehr stark, in einem nach aussen offenen Winkel von 59° ; ihre Neigung ist also sehr klein. Der Medianschnitt der Unterschuppe setzt die Mediane des Foramen

einfach nach hinten oben fort; der Anschluss geschieht also in einem Winkel von 180° ; nicht mehr als 0° ist also der Erhebungswinkel der

Unterschuppe. An diese grenzt die Oberschuppe mit einem innen offenen Winkel von 124° ; ihr Erhebungswinkel ist folglich 56° .

Diese Stellung der Foramen-Mediane des menschlichen Fötus aus der Mitte der Fruchtzeit ist dem Verhalten sehr nahe, das sich bei der erwachsenen Hauskatze findet. Hierüber belehrt Fig. 12. Die Linie nb zeigt die äussere Basallinie, welche sich vom Nasion zum Basion erstreckt und bis

zu diesem Punkt

58 mm Länge hat.

Das Foramen mag-

num ist 10,5, die

Unterschuppe (oi)

18 mm lang. Die

Basallinie nb lässt

sich bei der Katze,

dem Hunde usw. für

den vorliegenden

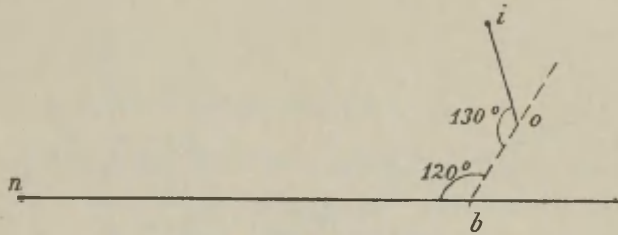


Fig. 12.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons einer erwachsenen Katze. nb = Nasion-Basionlinie; o = Opisthion; i = Inion; bo = Foramen occipitale magnum.

Zweck benutzen, obwohl sie am grössten Teil der langen Schädelbasis sehr schräg verläuft und sich mit ihrem vorderen Ende stark erhebt. Aber die Aufrichtung der Siebplatte bedingt diese Erhebung und rechtfertigt zugleich wieder die Annahme des Nasion als vorderen Endpunktes der äusseren Basallinie. Zur Basallinie steht die Mediane des Foramen magnum in einem oben offenen Winkel von 120° ; der Erhebungswinkel ist also 60° ; beim menschlichen Fötus betrug er 59° .

An das Foramen schliesst die Unterschuppe in einem einwärts offenen Winkel von 130° ; der zugehörige Erhebungswinkel ist demnach 50° .

Anders beim *Haushund*. Die Nasion-Basionlinie ist in Figur 13 bei b sichtbar, wo auch das Basion seine Lage hat. Die ganze Entfernung des Basion vom Nasion beträgt an dem mir vorliegenden Schädel 114 mm. Zu dieser Linie ist die Mediane des Foramen magnum in einem Winkel von 90° aufgestellt; der Erhebungs-, nach gewöhnlicher Ausdrucksweise Neigungswinkel ist also ebenfalls 90° . An die Mediane des Foramen magnum schliesst sich die Unterschuppe (oi) in einem einwärts offenen Winkel von nicht weniger als 163° an. Der Erhebungswinkel hat hier also einen Wert von 17° .

Die wirkliche Länge des Foramen magnum, ebenso der Unterschuppe, ist die in der Figur 13 wiedergegebene; die des Foramen magnum beträgt 16, die der Unterschuppe 36,5 mm.

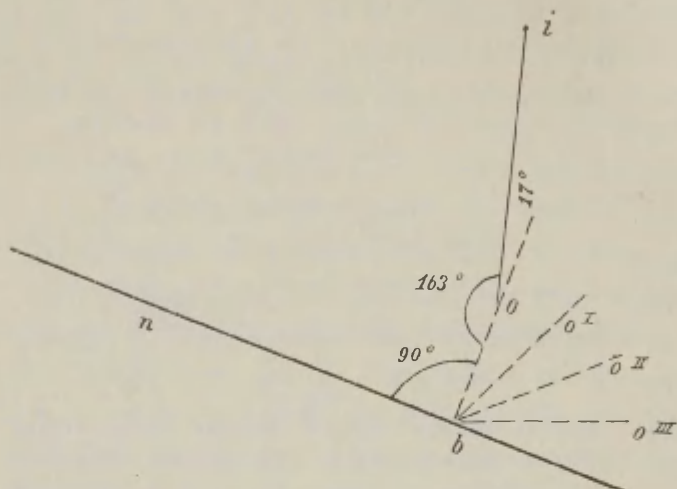


Fig. 13.

Hinterer Teil des äusseren medianen Schädelpolygons eines erwachsenen Hundes. *nb* = Nasion-Basionlinie; *o* = Opisthion; *i* = Inion; *bo* = Foramen occipitale magnum.

Vergleicht man dieses Verhalten der Mediane des Foramen occipitale magnum und der beiderseits angrenzenden Knochen dieses intelligenten Haustieres mit den bezüglichen Linien des neugeborenen oder erwachsenen

Menschen, so wird es deutlich, welchen *Sinn* die Umlegung der Ebene des Foramen nach hinten und unten hat. Der Innenraum des Schädels wird dadurch nach hinten vergrössert, wie die Linien *bo'*, *bo''*, *bo'''* darlegen. Der Opisthionwinkel (163° , 17°) braucht, wenn er schon gross ist, sich dabei gar nicht zu vergrössern; ebenso der Lambdawinkel. Vergrösserten auch diese sich, so gibt es Überfluss an Raum. Nicht allein aber auf die Umlegung kommt es an, sondern auch auf die *Längen* der sich umlegenden Glieder des Gewölbes. Wichtig ferner ist der Umstand, dass die Umlegung nach hinten und unten gleich mit dem *ersten* Gliede des Gewölbes beginnt, mit dem Foramen magnum und den es begrenzenden Partes laterales.

Man kann diesen Vorgang der Umlegung des Foramen magnum mit den Partes laterales usw. die *occipitale* Entfaltung des Gewölbes nennen. Am entgegengesetzten Ende der Basis vollzieht sich mit entsprechendem Erfolg die *frontale* Entfaltung: das ist die Aufrichtung der Squama frontalis. Nicht genug; es kommt auch noch eine auf

beiden *Seiten* des Schädels Platz greifende Umlegung hinzu, an der die Squama temporalis, die Pars mastoidea, die Ala magna des Keilbeins, das Parietale jederseits zunächst beteiligt sind; dies ist die *temporale* Entfaltung. Der ganze bedeutungsvolle Entfaltungsvorgang erinnert lebhaft an die Entfaltung der Blütenblätter einer Knospe, beispielsweise einer Tulpe, bei der die Entfaltung ebenfalls nach allen Seiten statt hat.

d) Äusseres Wölbungs-Polygon.

Für Messungen am Schädelgewölbe scheint dessen Zusammenfügung aus einzelnen Knochen einen selbstverständlichen Anhaltspunkt und eine Mahnung abzugeben. So wurde oben ein Schädel-Vieleck beschrieben, welches sich in seiner Zusammensetzung ganz an die Knochenenden des Gewölbes hält. Man kann es das mediane Vieleck der Knochenränder oder Knochenenden nennen.

Man kann aber auch einen anderen Weg einschlagen, von den Knochenenden ganz absehen, in der *Form* des Gewölbes gelegene Hinweise benützen und zusehen, wohin dieser Weg führt und wie die bei seinem Betreten gewonnenen Ergebnisse zu den früheren sich stellen. Die in der Form des Schädelgewölbes gelegenen Hinweise sind seine stärksten Wölbungen; deren gibt es am menschlichen Schädel vor allem drei, eine frontale, eine parietale und eine occipitale. Die letzte kann noch in eine obere und untere zerlegt werden. Die Fusspunkte des Gewölbes sind immer die gleichen, sie fallen mit den Endpunkten der Basis zusammen. Ein auf dieser Grundlage hergestelltes Vieleck ist ein solches der *Wölbungen*. Möglicherweise ist ein derartiges Vieleck besser begründet, als das Vieleck der Knochenränder des Gewölbes. Denn die Knochenenden ziehen die *flachen* Teile des Gewölbes vor. Das Parietale liegt zwischen Frontale und Occipitale eingeschaltet wie der unselbständigste aller Knochen; als wäre es ein oberer Teil des Occipitale und ein hinterer Teil des Frontale. Beide eignen sich Teile von ihm an. Wenn aber auch der Versuch mit dem Wölbungsvieleck weniger erfolgreich sein sollte, als es anfänglich scheinen mag, so ist der Schädel ein Körper, um dessen Verständnis

jede Mühe ihr Recht hat. Unverdrossen wollen wir daher ein Wölbungspolygon ins Auge fassen.

Tafelfigur 13 zeigt ein solches Wölbungspolygon des *Schädels von Kegel* in gestrichelten Linien.

Die erste Ecke des Vielecks liegt an der Frontalwölbung, bei fw' ; abwärts zur Schädelbasis, zum Nasion, führt die Ergänzungslinie $fw' n$; rückwärts führt die Hauptlinie $fw' pw'$, von der frontalen zur parietalen stärksten Konvexität; ihre Bahn zieht in ansehnlicher Entfernung der Nasion-Lambdalinie parallel. Die folgende Hauptlinie erstreckt sich von der parietalen Wölbung entweder zum Inion herab, als dem Mittelpunkt der gesamten Occipitalwölbung; oder zuvor zur oberen Occipitalwölbung und von da zum Hypo-Inion; vom Inion aus geht die letzte Ergänzungslinie zum Basion.

Jene Linie, die von der oberen Occipitalwölbung (oow') zur unteren Occipitalwölbung (i'' , Hypo-Inion), zog, hat nunmehr noch ihren Anschluss an die Schädelbasis zu gewinnen durch die Linie $i'' b$. Mit diesem Anschluss ist auch das Vieleck geschlossen.

Sehen wir von der eigentümlichen Gestalt und dem Flächeninhalt dieses Polygons einstweilen ab — welches sind seine *Seitenlängen*?

Die Seitenlängen des äusseren Wölbungspolygons des *Schädels von Kegel* sind folgende:

$fw' n$	=	54 mm		
$fw' pw'$	=	122	„	
$pw' i'$	=	119	„	$pw' oow' = 88$
$i' b$	=	77	„	$oow' i'' = 59$
bn	=	104	„	$i'' b = 59$

So verhält es sich mit den Seitenlängen des Wölbungspolygons des Schädels von *Kegel*. Aber es ist wichtig, die Seitenlängen des Wölbungspolygons eines *normal* gestalteten Schädels kennen zu lernen. Dieser normale Schädel ist derselbe, der uns schon bei der Betrachtung der Polygone der Knochenränder gedient hat.

Am *Schädel der Norm* liegen folgende Seitenlängen des Wölbungspolygons vor:

$fw n$	=	55 mm		
$fw pw$	=	122	„	$pw oow = 89$
				$oow uow = 63$

$$pw\ i = 124\text{ mm}$$

$$uow\ b = 64$$

$$ib = 87\text{ „}$$

$$bn = 104\text{ „}$$

Sehr auffallend ist bei der Vergleichung beider Reihen die Gleichheit der Längen der Fronto-Parietallinien *fiw pw*. Sie scheint bereits anzudeuten, dass der betretene Weg nicht vergeblich war.

Die ebenfalls wichtige Linie *ib* ist am Schädel von Kegel um 10 mm kürzer. Die übrigen Werte sind nicht sehr verschieden.

Eine Summierung je der zusammengehörigen Summanden ergibt für beide Individuen folgende Beträge:

$$K = 54 + 122 + 119 + 77 + 104 + 88 + 59 + 59 = 682.$$

$$N = 55 + 122 + 124 + 87 + 104 + 89 + 63 + 64 = 708.$$

Auf den Schädel der Norm entfällt hiernach ein nicht sehr beträchtliches, aber, da die Konvexitäten in Frage stehen, sehr wohl zu verstehendes Mehr von 26 mm.

Nicht ohne Erfolg wird es hiernach sein, auch die *Winkelbeträge* der beiden Polygone ins Auge zu fassen.

	Winkel der Frontalwölbung	der Parietal- wölbung		der oberen Occip.-Wölb.	der unteren Occip.-Wölb.	bei <i>i</i>	bei <i>b</i>		bei <i>n</i>
		gross.	klein.				gr.	kl.	
<i>K</i>	125	107	89	112	127	82	150	145	94
<i>N</i>	116	108	96	125	110	80	153	141	104

Aus dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass grössere Unterschiede der Winkelwerte vorhanden sind:

1. in der Frontalwölbung; ein Mehr von 9 bei *K*;
2. in der oberen Occipitalwölbung; ein Mehr von 13 bei *N*;
3. in der unteren Occipitalwölbung; ein Mehr von 17 bei *K*;
4. in dem Nasion; ein Mehr von 10 bei *N*.

Die Erklärung des 4. Unterschiedes ist nicht schwer. Es spricht sich in ihm mit aller Deutlichkeit die Niederlegung des Stirnbeins bei *K* aus. Das Gleiche gilt auch für den 2. Unterschied, der sich auf die Frontalwölbung bezieht.

Die grossen Unterschiede im Winkel an den beiden Occipitalwölbungen, der oberen und der unteren, wobei das Mehr der oberen

bei *N*, das Mehr der unteren bei *K* liegt, weisen ebenfalls deutlich auf die Niederlegung der Stirn bei *K* als Ursache hin, die ihren Einfluss nicht auf die Stirn beschränkt, sondern bis auf die entferntesten Gegenden des Schädels erstreckt hat. Vorläufig ist indessen nur die Tatsache für uns von Bedeutung, dass die Gegend des Hypo-Inion eine kleine *Hebung* erfuhr. Diese Hebung hat den eigenen Winkel des Hypo-Inion notwendigerweise vergrößert, den Winkel an der oberen Occipitalwölbung aber entsprechend verkleinert. An späterer Stelle ist auf dies Verhältnis zurückzukommen.

Zählt man die Winkelwerte der beiden äusseren fünfseitigen Wölbungspolygone zusammen, so ergeben sich folgende zwei Summen:

$$\text{bei } K = 125 + 89 + 82 + 141 + 94 = 531;$$

$$\text{bei } N = 116 + 96 + 80 + 141 + 104 = 537.$$

Die normale Summe der Winkelbeträge im fünfseitigen Polygon = 540.

Zählt man dagegen die Winkelwerte beider sechseitigen Wölbungspolygone zusammen, so haben wir

$$\text{bei } K = 125 + 107 + 112 + 127 + 150 + 94 = 715;$$

$$\text{bei } N = 104 + 116 + 108 + 125 + 110 + 153 = 716.$$

Die normale Summe im sechseitigen Polygon = 720.

e) Winkel zwischen Hirn- und Gesichtsschädel von Kegel.

1. Die obere Campersche Linie (vorspringendster Punkt der Stirn, vorspringendster Punkt des Gebisses des Oberkiefers) begrenzt mit der unteren (Mitte der Ohröffnung, Boden der Nasenhöhle) einen Winkel von 89°: Campers Gesichtswinkel.
2. Die untere Campersche Linie schliesst mit der Basallinie (Nasion, Basion) einen Winkel von 27° ein.
3. Die Linie Nasion — medianer Alveolarpunkt der Maxilla schliesst mit der Nasion-Basionlinie einen Winkel von 67° ein.
4. Die Fronto-Glabellarlinie (vorspringendster Punkt der Stirnwölbung, Glabella) begrenzt mit der unteren Camperschen Linie einen Winkel von 59°.
5. Zur Linie Nasion-Inion steht die Linie Nasion-Alveolarpunkt der Maxilla in einem Winkel von 102°.

6. Norma verticalis und occipitalis.

Von Schädelnschnitten ist im vorhergehenden Kapitel nur der mediane, und zwar vorerst nur sein Umriss, oder das Profil der Norma lateralis in Betrachtung gezogen worden. Es wäre jetzt am Platze, auch einen oder einige Umrisslinien von Horizontal- und von Frontalschnitten des gleichen Schädels — alle diese Schnitte bezogen auf die Basalebene oder eine andere für passend erachtete Ebene — zu untersuchen.

Diese Aufgabe aber lässt sich am Schädel von Kegel nicht erfüllen, da er nicht weiter zerlegt werden soll und da es auch auf einfachere Weise gelingt, Umrisslinien, die aufeinander senkrecht stehen oder einander parallel laufen, zu gewinnen.

An Stelle eines horizontalen Schädelnschnittes, welcher der Basalebene parallel angelegt ist, wollen wir daher eine ganze obere Horizontalansicht des Schädels ins Auge fassen. Auf einen inneren Umriss, den ein horizontaler Sägeschnitt neben dem äusseren zu Tage treten liesse, müssen wir dabei freilich verzichten und uns mit dem äusseren allein begnügen.

Textfigur 14 zeigt den Schädel von Kegel verkleinert in Norma verticalis, die so orientiert wurde, dass die Basalebene des Schädels senkrecht zum Auge des Beobachters liegt.

Vom Occipitale ist bei dieser Aufstellung nur ein kleiner Teil der Oberschuppe sichtbar, die einen schmalen und niedrigen, ziemlich symmetrischen und mit einer leichten medianen Einsenkung versehenen, nach hinten konvexen Vorsprung des Hinterschädels bedingt.



Fig. 14.
Norma verticalis des Schädels
von Kegel. $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$.

Von den lateralen, zugeschärften Enden der Oberschuppe wendet sich die Umrisslinie vor-lateralwärts und erreicht alsbald die Gegend der Tubera parietalia, um darauf in flachem Bogen das frontale Gebiet zu erreichen. Der rechtsseitige Bogen ist dem linksseitigen

nicht ganz symmetrisch. Der linke Bogen ist vor dem Tuber parietale eingedrückt, der rechte etwas voller. In der Nähe und bei dem Überschreiten der Sutura coronalis erfolgt jederseits eine leichte, links etwas stärkere Ausbiegung der Umrisslinie. Diese gelangt darauf zur Stelle der postorbitalen Einschnürung, des Jochfortsatzes des Stirnbeins und der Augenbrauenwülste.

Auf beiden Seiten ist vor der Gegend des Tuber parietale ein feiner, links stärkerer Randstreifen der Squama temporalis sichtbar, der sich in den flachen, links ein wenig mehr vorspringenden Arcus zygomaticus fortsetzt.

Ein sehr eigentümliches Bild geben die Augenbrauenwülste, wie sie bei günstiger Beleuchtung hier hervortreten. Diese Ansicht ergänzt die in den Figuren 3 und 4 gegebenen, indem die beiden letzten die supraorbitale Gegend von unten, die vorliegende Ansicht sie dagegen von oben her betrachtet darstellt. Die Neigung der vorderen Ränder beider Augenbrauenwülste gegeneinander und gegen die Mediane ist leicht messbar; der nach hinten offene Winkel, in welchem beide Ränder nach vorn konvergieren, hat einen Wert von nahe 120° ; sie stehen folglich zur Mediane in einem Winkel von 60° .

Der Rand beider Wülste ist nicht gerade, sondern zeigt sich aus einem lateralen und einem medialen konvexen Teil zusammengesetzt, welche durch einen sanft konkaven Teil miteinander verbunden werden. Die laterale Konvexität ist sehr flach, die mediale stark vorspringend; sie gleicht mehr einer abgerundeten Ecke. Von dieser Ecke an sinkt die Umrisslinie ein; zwischen beiden Ecken ist ein Einschnitt vorhanden, eine Incisura glabellaris. Diese besteht aus den beiden medialen Abhängen der Supraorbitalwülste und einem schmalen Verbindungsstück, dem Sulcus glabellaris. Innerhalb der Incisur tritt ein Teil der Nasalia deutlich zu Tage.

Sehr bestimmt macht sich bei dieser Ansicht auch die Fossa supraglabellaris geltend. Ihr hinterer Rand ist jene Furche, Sulcus limitans, welche die Pars cerebralis der Squama frontalis von der Pars supraorbitalis in nach vorn konvexem Bogen scheidet. Wo aber die Furche vom lateralen Gebiete aus sich dem medialen nähert, da gabelt sie sich spitzwinkelig. Ihr vorderer Arm ist stärker vorwärts

konvex, verbindet sich median mit der entsprechenden Furche der Gegenseite und umschliesst nunmehr ein, der Fossa supraglabellaris angehöriges, sanft gewölbtes Feld von Halbmondform, das man Lunula glabellaris nennen kann.

Während die vorderen Ränder der Supraorbitalwülste mit ihren lateralen Enden rückwärts auseinanderweichen, sehen wir umgekehrt die lateralen Enden der Sutura coronalis vorwärts konvergieren, doch in stumpferem Winkel. Der Angulus frontalis des Parietale dextrum ist spitzer, greift etwas über die Mediane hinaus nach links, während das Parietale sinistrum an der gleichen Stelle sich etwas abstumpft, so dass der Winkel des rechten sich auf den linken etwas hinüberlegt. Das vordere Ende der Sutura sagittalis und mit ihm das Bregma werden aus ihrer normalen Lage dadurch ein wenig abgelenkt.

Die Sutura sagittalis liegt nicht ganz median; sie weicht mit ihrem vordersten Ende, wie eben gesagt, etwas nach links ab; in ihrem Zuge nach hinten dagegen weicht sie stärker nach der rechten Schädelseite ab, so dass die Fläche des linken Parietale etwas grösser ist, als die des rechten. Von dem Verschwinden der Pfeilnaht in der Gegend der ein wenig unsymmetrisch gestellten Foramina parietalia war bereits bei Betrachtung der Nähte die Rede.

Bei der Betrachtung der Sutura sagittalis kann man nicht umhin, des meist unbeachtet bleibenden Umstandes zu gedenken, wie leicht Knochen im stande sind, die Mediane zu überschreiten und auf die Gegenseite zu gelangen. Jede mediane Zackennaht zeigt dieses Verhalten mehr oder weniger deutlich, auch, wo sie vorhanden ist, die Sutura frontalis und ihre supranasalen Reste. Im vorliegenden Falle freilich ist die Sutura sagittalis (an einzelnen Stellen auch die Coronalis) im Verstreichen begriffen; hier beginnen beide Seiten, wie es früher schon mit den beiden Hälften des Frontale geschah, ineinander überzugehen.

So hat uns jetzt noch ein *frontaler Umriss* zu beschäftigen, ein äusserer, dem der innere nicht ergänzend zur Seite treten kann. Ist der zu betrachtende frontale Umriss auch aus keiner geometrischen Aufnahme hervorgegangen — bei dem vorhergehenden horizontalen war es nicht anders —, so ist er doch im ganzen geeignet, ein zutreffendes Bild zu entwerfen.

Die Aufstellung des Schädels von Kegel, bevor er geteilt war, geschah zur Gewinnung der *Norma occipitalis*, die uns Textfigur 15 zeigt, in der Weise, dass die *Linea basalis* dem Auge des Beobachters als ein Punkt erschien, die basale Ebene aber als eine quere Linie. Diese Ansicht steht zur vorhergehenden also senkrecht; der Schädel ist um eine quere Achse um 90° mit der Stirn abwärts gedreht worden.



Fig. 15.
Norma occipitalis des Schädels
 von Kegel. $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$.

Die äussere Grenzlinie der Figur zeigt uns unten einen fast quer liegenden Teil, der medial nur leicht nach unten konvex mit mehreren Vorsprüngen und Einbuchtungen versehen ist und lateral mit den *Processus mastoidei* abschliesst.

Von der Spitze des *Processus mastoideus* aufwärts ziehend, wird die der *Pars mastoidea* angehörige Konvexität der Umrisslinie durch eine ziemlich beträchtliche Einschnürung geschieden von einer zweiten Konvexität, welche von der kräftig ausgebildeten *Crista supramastoidea* hervorgebracht ist. Sie läuft aufwärts in einen feinen Randteil der Schuppe aus und erreicht, abgesehen von dem Aussenwerke der *Crista supramastoidea*, hier die Stelle der grössten Schädelbreite. Weiter nach oben ziehend, neigt sich die Umrisslinie bis zur Erreichung des *Tuber parietale* nur wenig medianwärts. Hier aber erfolgt eine starke, abgerundet winkelige Umbiegung: die Linie gelangt zur Gegend der ausgedehnten Scheitelabdachung, welche nur leicht gewölbt den am höchsten gelegenen Medianpunkt gewinnt, um sich mit der anderen Hälfte der Umrisslinie zu verbinden. Diese zweite Hälfte hat eine zur ersten nicht ganz symmetrische Bahn. Ihr *Tuber parietale* springt weniger scharf vor; die von unten kommende Abteilung der Umrisslinie ist stärker gewölbt, das *Tuber* liegt etwas niedriger; der höchst gelegene Punkt der Umrisslinie ist ein wenig nach links verschoben.

Von allen auf der Oberfläche der Knochen auftretenden Besonderheiten ist schon früher berichtet worden.

Neben dem Stabe, der in der Gegend des Hypo-Inion den Schädel stützt, sind die unteren Teile der Processus pterygoidei des Keilbeins, die hinteren Ränder des Processus alveolaris des Oberkiefers, der letzte (links) und vorletzte (rechts) Molaris, in der Mitte unten dagegen Teile des harten Gaumens in schräger Ansicht zu bemerken.

II. Innere Untersuchung.

1. Innenwand des Schädels.

Rechte Schädelhälfte.

An der Facies cerebialis der Squama frontalis fallen an drei Stellen kleine Knochenauswüchse auf. Zwei von diesen Stellen liegen in der Nachbarschaft der Mediane, die untere 3 cm vom vorderen Ende der Lamina cribrosa entfernt, die obere 3–4 cm vom Bregma. 2 cm lateral von dieser liegt der dritte Auswuchs.

Der dritte Auswuchs ist ein plattes, mit breiter Fläche aufsitzendes Gebilde von ovaler Form, 5 mm langem, 3 mm kurzem Durchmesser, zugespitztem, etwas unterminiertem Rand, gewölbter Oberfläche und 1 mm Höhe in der Mitte. Seine Oberfläche ist feinhöckerig, seine Festigkeit gross, wie die des Knochens. Er sitzt fast quer auf einem longitudinalen Jugum cerebrale. Seine Farbe ist ganz die der gesamten Innenfläche selbst, ein sehr helles Braun.

Der zweite Auswuchs, medial vom dritten, 1 cm von der Mediane gelegen, ist weniger scharf umschrieben, im wesentlichen ebenfalls oval gestaltet, 9 mm lang, 5 mm breit, längs seiner Mitte 1,5 mm hoch, mit schräg gestellter Längsachse. Seinem vorderen Rand nahe sitzt ein kleines flaches Höckerchen derselben Art. In der Nähe seines hinteren Randes sind einige flache, ganz niedrige Wülste von geringem Durchmesser wahrzunehmen.

Der erste Auswuchs, von der Mediane gleichfalls 1 cm entfernt, ist 11 mm lang, 2 mm breit, 1 mm hoch, zerfällt durch eine Einschnürung in zwei ungleiche Teile, einen medialen oberen, und einen lateralen unteren. Ein kleineres Höckerchen der gleichen Art befindet sich medial von dem oberen Höcker. Einen halben Zentimeter vom lateralen Auswuchs folgen zwei dicht beisammenliegende niedrige und

stumpfe Hervorragungen in longitudinaler Lage, welche vielleicht ebenfalls zur Reihe der pathologischen Exostosen gehören.

Da diese Gebilde alle gerade dem Stirnbein angehören, welches sich durch ungewöhnliche Neigung auszeichnet, so sind sie sicher besonders beachtungswert. Es kommt hinzu, dass das Schädeldgewölbe im ganzen eine ungewöhnliche Dicke und Schwere besitzt. Vor allem stark ist gerade die innere Compacta. Sieht man aber von der Gegenwart jener Auswüchse ab, so zeigt sich die Innenfläche des Schädeldgewölbes und der Schädelbasis wesentlich normal beschaffen. Die gesamte Oberfläche ist glatt, alle arteriellen und venösen Gefässfurchen sind bis in die feineren Verästelungen hinein scharf ausgeprägt.

Juga cerebralia und Impressiones digitatae sind an verschiedenen Stellen, wie immer, verschieden mächtig, am flachsten im oberen parietalen und im occipitalen Gebiet. Auch im medialen Teil der Orbitalplatte und der Schuppe des Stirnbeins sind die Eindrücke und Erhabenheiten niedrig; stark dagegen im lateralen Teil der Orbitalplatte und der Schuppe des Stirnbeins, vor allem im ganzen Gebiete der Schläfenschuppe und des grossen Flügels des Keilbeins. Ausgüsse der Schädelhöhle, die ich später vorzunehmen gedenke, haben hiernach Aussicht, sowohl schöne anatomische Präparate zu werden, als auch zur genaueren Ermittlung der Hirnwindungen des Mannes von Kegel gute Dienste leisten zu können.

Foveolae granulares (Pacchionische Grübchen) von flacher Form finden sich längs des Sulcus sagittalis im ganzen Bereich des Frontale und der vorderen Hälfte des Parietale. Mündungen von Knochenvenen liegen an zerstreuten Stellen, einige grössere unterhalb der Protuberantia occipitalis interna, neben der Mediane.

Von anderen Besonderheiten sind folgende bemerkenswert. Die Spina ethmoidalis ist lang und breit, vorn in zwei kleine Arme geteilt.

Nahe dem hinteren Rand der vorderen Schädelgrube, in der Gegend der grössten Konkavität dieses Randes, befindet sich ein grosses, von Hyrtl so genanntes Os intercalare spurium.

Der Limbus sphenoidalis ist in der Mediane kaum angedeutet,

desgleichen der Sulcus opticus, welcher erst ganz in der Nähe des Foramen opticum sich bestimmter ausprägt. Ebenda, also lateral, zeigt auch der Limbus sphenoidalis bessere Entwicklung und geht in die obere weit ausgeschnittene Umrandung des Foramen opticum über. Das Tuberculum sellae ist ein scharfer Vorsprung, eine im Medianschnitt aus Compacta bestehende Ecke, deren lateraler, vorwärts konvexer Rand leistenähnlich in die untere Umrandung des Foramen opticum übergeht.

Die Lingula sphenoidalis ist sehr hoch, so dass ihr Ende die Spitze der Pars petrosa fast berührt und ein fast geschlossener Knochenring für die Aufnahme der Arteria carotis interna zustande kommt.

Der Porus acusticus internus ist von einem weiten trichterförmigen Zugang umsäumt, der sich erst allmählich zum eigentlichen Porus verengert. Dessen obere Umrandung ist ein mächtiger abgerundeter Knochenwulst der Pars petrosa.

Die Apertura externa aquaeductus vestibuli ist ebenfalls weit, mit mehreren Einschnitten versehen.

Fossae occipitales und cerebellares sind geräumig, schön gerundet.

Der Sulcus venosus sagittalis nimmt seinen Hauptweg in den Sulcus transversus dexter.

Der Clivus zeigt in der Nähe seines unteren Endes die schon früher (S. 61) beschriebenen Eigentümlichkeiten.

Von den inneren *Nähten* war ebenfalls schon früher die Rede.
Linke Schädelhälfte.

Auch an der Innenfläche der *linken* Schädelhälfte kommen kleine Exostosen vor und wiederum am Stirnbein allein. Doch fallen sie weniger auf als rechts. Einer der kleinen Knochenauswüchse liegt 10 mm entfernt von der Mediane, 30 mm vom Foramen coecum. Seine Form ist die eines kleinen Hufeisens, dessen Konvexität rückwärts gewendet ist; die Seiten sind gegen 3—4 mm lang, die Höhe beträgt kaum 1 mm. Die Ränder sind scharf begrenzt, etwas unterminiert, die Oberfläche gewölbt.

10 und 15 mm weiter lateral liegen zwei unregelmässig gestaltete Höcker der gleichen Art, von welchen der nähere einem Konglomerate

kleiner Höckerchen gleicht, während der fernere ovale Form und glatte Oberfläche besitzt. Dessen Länge beträgt 7, seine Breite 3—4 mm, doch ist der vordere Rand nur unscharf abgegrenzt.

Einige kleine Höckerchen befinden sich in der Nähe, am Übergang der Pars orbitalis in die Squama, auf den Kuppen von hier gelagerten *Juga cerebraalia*.

Ein anderes, scharf begrenztes, aber flaches Tuberculum von rundlicher Form, abgerundeter Oberfläche, teilweise unterminiertem Rand liegt an der Innenfläche der Facies temporalis der Squama, einen Zentimeter vor der inneren Sutura coronalis. Sein Durchmesser beträgt 3—4 mm.

Flache Gruben zur Aufnahme von Büscheln kleiner Zotten der Arachnoidea sind auch auf dieser Schädelhälfte nahe der Mediane des Frontale und des Parietale wahrzunehmen. Eine tiefere, auf ihrem Boden von sekundären Grübchen eingenommene, vorn wallartig aufgeworfene längliche Grube hat ihren Sitz in 10 mm lateraler Entfernung von dem oben beschriebenen Hufeisenhöcker und ist selbst gegen 20 mm von der Mediane, 15—20 mm vom vorderen Ende der Orbitalplatte des Stirnbeins entfernt; ganz in deren Nähe befinden sich auch die übrigen erwähnten Höcker, mit Ausnahme des zuletzt hervorgehobenen, der in der Regio temporalis seine Lage hat.

Im übrigen ist die innere Oberfläche der linken Schädelhälfte so glatt wie die der rechten.

Impressiones und *Juga cerebraalia* zeigen ähnliche Ausprägung wie rechts.

Die Crista galli, infolge der Durchsägung auf der linken Schädelhälfte verblieben, hat ungewöhnliche Kleinheit; doch ist das Foramen coecum gut ausgeprägt. Von der Linksneigung der Crista galli und der dadurch veranlassten Bedeckung der Grube des Bulbus olfactorius war schon oben (S. 73) die Rede.

Der Limbus sphenoidalis ist hier ohne Spur. Die Oberfläche der Lamina cribrosa und des Jugum sphenoidale setzen sich in der gleichen Ebene bis zum gut ausgeprägten Tuberculum sellae fort, welches mit lateraler Leiste in den unteren Rand des künstlich fast ganz zerstörten Foramen opticum übergeht.

Künstlich zerstört ist auch ein Teil des linken Orbitaldaches, des Tegmentum tympani und des Daches der Fossa postcondyloidea.

Man erhält den Eindruck, als habe im Zusammenhang mit der Niederlegung der Squama frontalis ein Druck auf die Oberfläche des Siebbeins und vorderen Keilbeins stattgefunden und die regelmässige Ausbildung ihrer Oberflächenteile gehemmt oder aufgelöst.

Ich bemerke nachträglich noch, dass der vordere Teil der Lamina cribrosa nicht horizontal liegt, sondern nach vorn allmählich bis zu 3 mm ansteigt.

Gibt es *Innenwerke* an der Innenwand des Hirnschädels, den Aussenwerken vergleichbar, welche schon an früherer Stelle (S. 46—48) Berücksichtigung gefunden haben?

Vorsprünge verschiedener Art gibt es an der Innenwand viele, teils grosse, teils kleine. Die grössten Vorsprünge in den Innenraum werden durch die Pyramiden der Schläfenbeine hervorgebracht; grosse Vorsprünge sind auch die hinteren Ränder der vorderen Schädelgrube. Ein ansehnlicher Vorsprung ist auch die Crista galli, das Dorsum sella; kleinere Vorsprünge sind die Crista frontalis (interna), die Protuberantia occipitalis interna, die Crista occipitalis interna usw. Sie alle aber, weit entfernt davon, die Hirnform der Höhle zu verändern, tragen vielmehr dazu bei, Teile der äusseren oder medialen Oberfläche einzelner Hirnteile zu begrenzen. So hilft die obere Fläche der Pyramide Teile des Schläfenlappens des Endhirns, ihre hintere Fläche aber Teile des Kleinhirns begrenzen. So dringt die Crista galli zwischen die medialen Flächen des Stirnlappens eine Strecke weit ein usw.

Alle diese Vorsprünge tragen also dazu bei, durch ihre Gegenwart die Form des Gehirns etwas genauer zu bestimmen, als es ohne sie der Fall wäre. Man kann daher von diesen Vorsprüngen nicht als von Innenwerken im Sinne der Aussenwerke sprechen, welche dazu beitragen, die Form der Aussenfläche des Schädels gegenüber der Form der Hirnoberfläche mehr oder weniger bedeutend zu verändern.

Zur Entfremdung der Form der Schädelhöhle von der Form der Hirnoberfläche tragen jedoch alle jene *Furchen* bei, welche andere

Gebilde aufnehmen als Teile der Oberfläche des Gehirns. Das sind die Furchen der Innenfläche der Knochen für die Aufnahme der venösen Sinus und der Arterien der Dura. Man kann hier daher *negative* Innenwerke feststellen. Die Innenfläche ist infolge ihrer Gegenwart weniger ein getreuer Abdruck der Hirnoberfläche, als es ohne ihre Gegenwart der Fall wäre.

Wendet man nunmehr der *Höhlenform* des Hirnschädels selbst seine Aufmerksamkeit zu, so macht sich der Wunsch nach Höhlenabgüssen alsbald lebhaft geltend, denn am positiven Höhlenbild ist die Orientierung eine viel leichtere. Hier sieht man die Höhle von aussen, dort von innen. Von dem Unterschied in dem Eindruck der Kugel und der Kugelhöhle muss der Unterschied abhängen, welcher bei der Betrachtung einer Höhle und ihres Ausgusses sich ergibt.

Doch vorläufig ist es geboten, sich ohne Ausguss der Schädelhöhle zu behelfen.

Wendet man seinen Blick auf die *innere* Umrisslinie des Median-schnittes durch den Schädel von Kegel, so erkennt man leicht, dass dieser innere Medianbogen des Schädeldgewölbes im allgemeinen zwar dem äusseren Medianbogen konzentrisch verläuft, dass jedoch auch Abweichungen vorkommen, vor allem am frontalen Fusspunkt des Gewölbes und an seinem mittleren Occipitalteil.

Am mittleren Occipitalteil bedingt die Gegenwart des medianen Schenkels der Eminentia cruciata, mit Einschluss der Protuberantia occipitalis interna, des Endo-Indion, wie man sich jetzt kürzer fassen kann, eine um so grössere Abweichung, als an der Aussenfläche gleichfalls eine Art von Eminentia cruciata vorhanden ist, die zwar der inneren nicht gerade gegenüberliegt, aber doch den Unterschied der beiden Bogen nach aussen hin vergrössert, da sie nach der entgegengesetzten Seite ausweicht. Die drei Inia mit ihren 3 Linienpaaren sind es natürlich, die hier gemeint sind (s. oben. Occipitale).

Im unteren Occipitalteil des Gewölbes *nähern* sich ferner die beiden Endstücke des Medianbogens immer mehr, bis sie am Opisthion, besser noch am Basion ganz zusammentreffen.

Im Frontalteil des Gewölbes aber ist es ganz anders; ja es findet ein umgekehrtes Verhalten statt. Die frontalen Enden beider

Medianbogen *entfernen* sich voneinander, wenn sie in die Gegend der Augenbrauenbogen und Sinus frontales kommen, sowohl am Schädel von Kegel, als am normalen Schädel. Erst an beiden vorderen Fusspunkten, am Nasion und am Foramen coecum (Typhlon) haben sie sich wieder etwas genähert. Doch beträgt der Abstand dieser beiden Fusspunkte immer noch 16 mm am Schädel der Norm, 18 bis 19 mm am Schädel von Kegel. Am hinteren Fusspunkt aber ist der Abstand = 0.

Der Maximalabstand beider Medianbogen ist am Schädel der Norm im Frontalgebiet = 18 bis 19 mm, am Schädel von Kegel aber 22 mm mit Crista frontalis interna, 19 mm ohne Crista.

Der durchschnittliche Abstand des inneren vom äusseren Medianbogen ist im oberen frontalen, ganzen parietalen und oberen occipitalen Gebiet am Schädel der Norm 6,5—7,5 mm, am Schädel von Kegel aber 8,5 bis 9,5 mm.

Im Occipitalteil ist der maximale Abstand am Schädel der Norm = 16—17 mm; am Schädel von Kegel = 19 mm.

An dem vorderen Teil des inneren Medianbogens am Schädel von Kegel ist noch folgendes zu beachten.

Der innere Medianbogen beginnt in seinem Absteigen vom oberen Stirngebiet vom äusseren sich da zu entfernen, wo die Pars supra-orbitalis beginnt und der Sinus frontalis endigt. Von diesem Punkte wendet sich der innere Bogen steil ab — und selbst ein wenig nach hinten, wobei die Crista frontalis interna aus der Betrachtung ganz wegfällt. Am Schädel der Norm dagegen wendet sich der gleiche Teil des inneren Medianbogens zwar ebenfalls steil abwärts, aber zugleich mit sanfter hinterer Konvexität nach vorn.

Der Vorderteil des Cavum cranii, von der Sattelgegend bis zur vorderen Grenze, macht infolge der Depression des Stirnbeins einen eigentümlichen Eindruck; er ist niedrig, lang, vorn zugespitzt. Ganz anders verhält sich der gleiche Höhlenteil am schöngewölbten Schädel der Norm; er ist hoch, lang und gewölbt. Doch ist der mittlere und hintere Höhlenraum des Schädels von Kegel ansehnlich gross, wenn er sich auch mit dem gleichen Raum des Schädels der Norm nicht messen kann.

2. Innere Messung.

a) Die Kapazität.

Der Rauminhalt des Hirnschädels von Kegel, mehrmals mit Hilfe von gleichartigen runden Graupenkörnern gemessen, ergibt als Mittel den Wert von 1320 cem.

b) Lineare Werte.

1. Innerer grösster Horizontalumfang.

α . An der rechten Hälfte des Schädels von *Kegel* beträgt der grösste Horizontalumfang, von dem vordersten Punkt der Medianebene, welcher 2 cm oberhalb des Typhlon liegt, über das Endo-Pterion und den oberen Teil der Schläfenschuppe hinweg, über den Angulus mastoideus des Parietale hinweg zur tiefsten Stelle der Fossa occipitalis, von da zur hinteren Mediane = 230 mm.

Der gleiche Halbbogen der rechten Schädelhälfte, gleichfalls unmittelbar mit dem Bandmaass bestimmt, hat die Länge von 240 mm.

Der grösste innere Horizontalumfang = $230 + 240 + 2 = 472$ mm.

Der grösste *äussere* Horizontalumfang = 529 und 512 mm.

Unterschied = 57 und 40 mm.

Vom grössten inneren Horizontalumfang kommt auf den Stirnteil $70 + 75 + 1$ mm = 146 mm; in der *äusseren* Messung = 171 mm.

β . Der grösste horizontale innere Halbbogen der rechten Hälfte des Schädels der *Norm* hat eine Länge von 243 mm.

Die linke Schädelhälfte ist verloren. Nehmen wir sie von gleichem inneren Umfang wie die rechte an, so ist der grösste innere Horizontalumfang des Schädels der *Norm* = $2 \times 244 = 488$ mm. Der grösste *äussere* Horizontalumfang dieses Schädels, über die Augenbrauenbogen gemessen und wie oben berechnet, hat eine Länge von 522 mm; über die Fossa supraglabellaris gemessen ist der gleiche Horizontalumfang = 512 mm. — Unterschied 38 und 28 mm.

2. Der grösste innere Medianumfang des Schädels von Kegel, vom Typhlon im Bogen bis zum Opisthion, = 322 mm (neben der Crista frontalis interna gemessen).

Der grösste *äussere* Medianumfang betrug 364 mm; Unterschied = 42 mm. Von den 322 mm des inneren Medianumfangs hat der frontale Bogen 105; der parietale = 115; der occipitale bis zum Opisthion

= 102 mm. Von den 364 mm des *äusseren* Medianumfangs hatte der frontale Teil = 124, der parietale = 125, der occipitale = 115 mm.

Rechnen wir zu den 322 mm *inneren* Medianumfangs noch die Länge des Foramen magnum mit 35 mm, so hat der innere Medianumfang des *ganzen Gewölbes* = 357 mm.

Zählen wir zu diesem Betrage auch die gerade Länge der *inneren Basallinie* = 93 mm (s. Tafelfigur 8), so ist der innere Medianumfang des *ganzen Hirnschädels von Kegel* = $357 + 93 = 450$ mm.

Zählen wir aber zu dem Betrag des inneren Medianumfangs des ganzen Gewölbes (= 357 mm) die Länge der *gebrochenen* inneren Basallinie hinzu (Typhlon-Ephippion, Ephippion-Basion), so ist die Länge des totalen inneren Medianumfangs = $357 + 65 + 44 = 466$ mm.

Der totale *äussere* Medianumfang des Schädels von Kegel betrug, unter Ansetzung der geraden und der gebrochenen äusseren Basallinie, = 503 und 505 mm.

Der Unterschied in den Längen des totalen äusseren und totalen inneren Medianumfangs = 39, bzw. $503 - 450 = 53$ mm.

Vergleicht man noch die Werte des totalen inneren Horizontalumfangs und des totalen inneren Medianumfangs miteinander, so haben wir für jenen 472, für diesen 450 mm bzw. 466 mm; Unterschied = 22 oder 6 mm.

Beide Werte kommen sich also sehr nahe.

Beachtenswert ist die Länge des inneren Parietalbogens gegenüber dem inneren Frontalbogen: der Wert jenes betrug 115, der Wert dieses nur 105 mm; Unterschied 10 mm zugunsten des Parietalbogens. Bei der *äusseren* Messung betrug der Unterschied beider medianer Bogenanteile nur 1 mm zugunsten des parietalen Teiles!

3. Wie verhält sich der grösste innere Medianbogen am Schädel der *Norm*?

Der innere Medianbogen des Schädels der Norm, vom Typhlon im Bogen zum Opisthion beträgt 330 mm.

Hiervon entfallen auf den inneren Frontalbogen 103, auf den inneren Parietalbogen 130, auf den squamalen Occipitalbogen 97. Wird die Länge des Foramen occipitale magnum hinzugerechnet, so ist die innere fornikale Bogenlänge = $330 + 41 = 371$.

Wird auch die gerade Länge der inneren Basallinie hinzugerechnet, so hat der totale innere Medianbogen des Schädels der Norm eine Länge von $371 + 93 = 464$ mm.

Wird aber die *gebrochene* innere Basallinie hinzugerechnet, so beträgt die Länge des totalen inneren Medianbogens $371 + 107 = 478$ mm.

Es möge dem Leser überlassen bleiben, diese Längen des Schädels der Norm mit jenen des Schädels von Kegel zu vergleichen und besonders das parietale und frontale Gebiet zu beachten.

4. Innerer vertikaler Querumfang.

Ein vertikaler innerer Querumfang, der dem gemessenen äusseren möglichst entspricht, hat folgende Bahn: sie geht vom Basion aus, läuft über den Clivus zum Porus acusticus internus, von hier auf die obere Fläche der Pars petrosa zur Squama temporalis, zum Parietale, zur Mediane, 3 cm hinter dem Bregma.

Der so gemessene innere vertikale Querumfang der linken Schädelhälfte von Kegel hat eine Länge von 198 mm.

An der rechten Schädelhälfte ist der gleiche Bogen 208 mm lang. Der totale innere vertikale Querumfang beträgt hiernach $198 + 208 + 2 = 408$ mm.

Auf eine besondere Ebene ist hierbei nicht Rücksicht genommen. Der totale *äussere* vertikale Querumfang betrug in dieser Gegend $= 452$ mm.

An dem Schädel der Norm ist der entsprechende vertikale innere Querumfang 414 mm lang.

5. Gerade Länge der inneren Basallinie, vom Typhlon zum Basion, am Schädel von Kegel $= 93$ mm;

gebrochene Länge der inneren Basallinie: Typhlon zum

Ephippion (= Medianpunkt des Dorsum sellae) $= 65$ mm +

Ephippion zum Basion $= 44$ mm:

gebrochene Länge der inneren Basallinie $= 65 + 44 = 109$ mm.

Die bezüglichen *äusseren* Maasse: 104 und 106.

Am Schädel der Norm sind diese inneren Maasse $= 93$ und 107 ;

die äusseren $= 104$ und 106 .

6. Grösste Länge der Schädelhöhle in der Medianebene von Kegel,

ohne Bezug auf eine Horizontale, = 160 mm (vorderer Punkt 10 mm über dem Typhlon; hinterer Punkt 20 mm unter dem Lambda).

Grösste *äussere* Länge, ohne Bezug auf eine Horizontale (Glabella, Oberschuppe, 20 mm unterhalb des Lambda) = 188 mm.

7. Grösste Länge der Schädelhöhle, auf die innere Basallinie bezogen, = 147 mm (Tafelfigur 8, *bl-bl*).

8. Grösste Länge der Schädelhöhle von Kegel, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 160 mm (Tafelfigur 8, *cl-cl*).

Die grösste Länge der Schädelhöhle auf die *äussere* Basallinie (Nasion-Basionlinie) oder auf die Nasion-Inionlinie zu beziehen, halte ich für weniger gerechtfertigt, als den Bezug auf die innere Basallinie und auf die Linie Typhlon-Confluens.

9. a) Grösste Länge der *rechten* Schädelhöhle von Kegel, paramedian mit dem Schiebestab gemessen = 165 mm. Vorderer Messpunkt 9 mm lateral von der Mediane des Sägeschnittes, 20 mm oberhalb des Typhlon; hinter dem oberen Ende des Sinus frontalis, hinter der Mitte der Fossa supraglabellaris. Hinterer Messpunkt 15 mm lateral von der Sägeschnittmediane, 23 mm unterhalb des Endolambda, im tiefsten Grund der Fossa occipitalis des Occipitale. Die entsprechende vordere Grube des Frontale kann Fossa frontalis genannt werden; sie liegt jedoch ansehnlich weit medial vom Tuber frontale.

b) Grösste Länge der *linken* Schädelhöhle, paramedian mit dem Schiebestab gemessen, = 165 mm. Vorderer und hinterer Messpunkt wie bei a; Längenunterschied von rechts nicht vorhanden.

Die grösste Länge der Schädelhöhle liegt also nicht median, sondern paramedian, in unserem Falle in der Frontalgegend 9 bis 10 mm lateral von der Mediane (mit Einrechnung des Schnittverlustes); in der Occipitalgegend 15—16 mm lateral von der Mediane.

10. Zwei innere Längen des *Schädels der Norm*, linke Hälfte:

a) Grösste Länge der Schädelhöhle, ohne Horizontale, in der Schnittmediane gemessen, = 165 mm. Vorderer Endpunkt 32 mm oberhalb des Typhlon, an der stärksten Konkavität des inneren Stirnbogens; hinterer Endpunkt 35 mm unterhalb des Endo-Lambda, 10 mm oberhalb des Confluens = Endo-Inion.

Grösste *äussere* Länge, ohne Horizontale, = 186 mm. Vorragendster Punkt der Stirnwölbung und Inion.

b) Grösste Länge der Schädelhöhle, paramedian mit dem Schiebepstab gemessen, = 169 mm. Vorderer Endpunkt 20—34 mm oberhalb des Typhlon, 8 mm lateral von der Schnittmediane; hinterer Messpunkt tiefste Stelle der Fossa occipitalis, 12 mm von der Schnittmediane, 30 mm unterhalb des Endolambda, 18 mm oberhalb des Confluens. Grösste innere Länge, auf die Typhlon-Basionlinie bezogen, = 160 mm. Grösste innere Länge, auf die Typhlon-Confluenslinie bezogen, = 153 mm.

Am Schädel von Kegel:

11. Abstand des Typhlon vom Endobregma = 95 mm.

12. Abstand des Typhlon vom Endolambda = 156.

13. Abstand des Typhlon vom Confluens (= Endo-Inion, höchster Medianpunkt der Protuberantia occipitalis interna) = 143.

14. Abstand des Typhlon vom Basion = 93.

15. Abstand des Typhlon vom Ephippion (hinterer Medianpunkt des Dorsum sellae) = 65.

16. Abstand des Typhlon vom Nasion = 13.

17. Abstand des Endobregma vom Endolambda = 104.

18. Abstand des Endolambda vom Confluens = 51.

19. Abstand des Confluens vom Opisthion = 43.

20. Abstand des Confluens vom Basion = 70.

21. Abstand des Ephippion vom Basion = 44.

22. Abstand des Basion vom Endobregma = 125.

23. Abstand des Basion vom Endolambda = 109.

24. Abstand des Opisthion vom Endobregma = 137.

25. Abstand des Opisthion vom Endolambda = 91.

26. Abstand des Ephippion vom Endobregma = 82.

27. Abstand des Ephippion vom Endolambda = 97.

28. Abstand des Ephippion vom Confluens = 78.

29. *Grösste Breite der Schädelhöhle von Kegel:*

rechte Hälfte = 66,

linke Hälfte = 69.

Beide Werte sind mit dem Tiefenmesser bestimmt (s. S. 50).

Die Innenbreite des ganzen Schädels = $66 + 69 + 1 = 136$.

Grösste *Aussenbreite* des Schädels = 141.

Die tiefste Stelle der *linken* Schädelhälfte, mit dem Tiefenmesser bestimmt, liegt im hinteren oberen Teil der Squama temporalis, 10 mm ab- und etwas rückwärts vom Gipfel der inneren Schuppennaht, 10 mm vor der inneren Incisura parietalis der Schuppe. Die Stelle ist, gleich dem benachbarten vorderen Teil der Schuppe, durchscheinend und hat 1 mm Dicke. Die Stelle der grössten Aussenbreite fällt mit der Stelle der grössten Innenbreite nicht zusammen, sondern liegt hinter ihr und gehört dem Angulus mastoideus des Parietale an.

Die tiefste Stelle der *rechten* Schädelhälfte liegt ganz wie linkerseits.

Die Stelle der grössten Innenbreite muss also mit der Stelle der grössten Aussenbreite nicht zusammenfallen. Die grösste Innenbreite lässt sich daher nicht mit Sicherheit dadurch bestimmen, dass man von der grössten Aussenbreite den doppelten Betrag der Dicke der Schädelwand an jener Stelle in Abzug bringt.

Andere innere Tiefenmaasse des Schädels von Kegel sind die folgenden:

Tiefe des Endo-Asterion in der rechten Schädelhälfte = 50,

„ „ „ „ in der linken Schädelhälfte = 56 mm.

Ganze Innenbreite zwischen beiden Endo-Asterien $50 + 56 + 1 = 107$.

Innenbreite in der Gegend der Tubera parietalia = $59 + 58 + 1 = 118$.

Innenbreite in der Gegend der hinteren Ecke der Endo-Pterion = $51 + 56 + 1 = 108$.

Innenbreite, 10 cm oberhalb des unteren Endes der inneren Sutura coronalis, an deren grösster Ausbiegung, = $54 + 55 + 1 = 110$.

30. Innenbreite des *Schädels der Norm*.

An der linken Schädelhälfte liegt die Stelle der grössten Breite 10—12 mm oberhalb und etwas vor der Incisura parietalis squamae temporalis, im unteren Teil des Parietale. Die grösste Breite ist 70 mm.

Die grösste Innenbreite des ganzen Schädels annähernd = $70 + 70 + 1 = 141$.

31. *Grösste innere Höhe* des Schädels von Kegel.

Vom Basion zum höchsten Punkt des Gewölbes (30 mm hinter dem Bregma) = 129 mm.

32. Grösste *äussere* Höhe = 136.

Innere Höhe des Schädels, auf die innere Basallinie Typhlon-Basion bezogen, = 121.

33. Innere Höhe des Schädels, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 90.

34. Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Endolambda bezogen, = 62.

35. Innere Höhen des *Schädels der Norm*:

a) Grösste innere Höhe, vom Basion zum höchsten inneren Punkt des Gewölbes = 132.

Grösste *äussere* Höhe = 139.

b) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Basion bezogen, = 123.

c) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Confluens bezogen, = 92.

d) Innere Höhe, auf die Linie Typhlon-Endolambda bezogen, = 65.

36. Vertikaler Abstand des Opisthion von der Typhlon-Basionlinie am Schädel von Kegel = 16,5.

am Schädel der Norm = 19.

37. Einige andere innere Abstände am Schädel von Kegel:

a) Abstand des hinteren Randes des *Foramen opticum dextrum* vom hinteren Rand

des Foramen ovale des Keilbeins = 25 mm

des Porus acusticus internus = 43 „

vom Hiatus canalis facialis = 36 „

vom vorderen Rand des Canalis hypoglossi = 51 „

von der Apertura externa aquaeductus vestibuli = 55 „

von der „ „ canaliculi cochleae = 43 „

von der inneren Mündung des Foramen mastoideum = 75 „

vom Basion = 52 „

38. Am Schädel der *Norm* (linke Hälfte) folgen in der gleichen Reihenfolge wie bei Nr. 37, die gleichen Abstände mit 29, 47, 42, 53, 58, 51, 78, 55 mm.

c) *Innere Indices.*

1. Ist die grösste Innenlänge des Schädels von Kegel = 165, die grösste Innenbreite = 136, so gilt der Ansatz

$$165 : 136 = 100 : x$$

Der innere Längenbreitenindex = 82,4.

Der entsprechende *äussere* war 75.

2. Ist die grösste Innenlänge des Schädels von Kegel = 165, die grösste Innenhöhe = 129, so haben wir die Formel

$$165 : 129 = 100 : x.$$

Der innere Längenhöhenindex = 78,2.

Der *äussere* betrug 72,2.

Man erkennt, wieviel grösser die inneren Indices sind als die äusseren! Die inneren Indices sind eben bis zu gewissem Grade Hirn-Indices, besser Hirnmassen-Indices. Von den äusseren, durch Aussenwerke beschwerten, kann man das nicht sagen; beide Indices aber haben ihren eigenen unveräusserlichen Wert.

3. Ist die grösste Innenlänge des *Schädels der Norm* = 169, die grösste Innenbreite = 141, so berechnet sich hieraus der

innere Längenbreitenindex zu 83,4.

Ist die grösste Innenlänge des Schädels der Norm = 169, die grösste Innenhöhe aber 132, so haben wir

als inneren Längenhöhenindex den Wert von 78,1.

Vergleicht man diese Werte des Schädels der Norm mit jenen des Schädels von Kegel, so kommen sie sich einander sehr nahe (83,4 gegen 82,4; 78,2 gegen 78,1), obwohl die Formen der Schädelhöhle im ganzen sehr verschieden sind!

4. *Innere Krümmungsindices* des Schädels von Kegel.

a) Der innere Frontalbogen des Schädels von Kegel hat eine Länge von 105 mm, die dazugehörige Sehne (die Linie Typhlon-Endobregma, Tafelfigur 8) ist 95 mm lang. Hieraus berechnet sich der innere Krümmungsindex des Frontale zu 90,5.

Der *äussere* betrug 92,7.

β) Der innere Parietalbogen des Schädels von Kegel ist 115, seine Sehne 104 mm lang; der innere Krümmungsindex des Parietale = 90,4.

Der *äussere* = 89,6.

γ) Der innere Bogen der Hinterhauptschuppe des Schädels von Kegel ist 102, seine Sehne 91 mm lang; hieraus der innere Krümmungsindex der Squama occipitalis = 89,2.

Der *äussere* = 84,4.

δ) Der innere occipitale Totalbogen	= 137.
Dessen Sehne	= 109.
Der innere Krümmungsindex des Occipitale	= 79,5.
Der äussere	= 78,0.

5. *Innere Krümmungsindices des Schädels der Norm.*

α) Der innere frontale Bogen des Schädels der Norm hat eine Länge von 103, seine Sehne eine solche von 89 mm.

Innerer frontaler Krümmungsindex	= 86,4.
Äusserer (Bogen 120, Sehne 107)	= 89,1.

β) Der innere parietale Bogen des Schädels der Norm ist 130, seine Sehne aber 110 mm lang.

Innerer Krümmungsindex des Parietale	= 84,5.
Äusserer (Bogen 142, Sehne 118)	= 83,1.

γ) Der innere squamo-occipitale Bogen ist 97, seine Sehne 87 mm lang.

Innerer Krümmungsindex der Squama occipitalis	= 89,7.
Äusserer (Bogen 112, Sehne 94)	= 83,9.

δ) Der ganze innere occipitale Bogen ist $97 + 41 = 138$.
Dessen Sehne 105 mm lang.

Innerer Krümmungsindex des ganzen Occipitale	= 76,1.
Äusserer (Bogen 153, Sehne 112)	= 73,2.

Es möge dem Leser überlassen bleiben, die verschiedenen Indices der inneren und äusseren Krümmung der einzelnen Knochen je der beiden Schädel und sodann beide Schädel untereinander zu vergleichen. An welchem Knochen ist der kleinste Index, d. i. die stärkste Krümmung, vorhanden? Wie verhalten sich die Frontalia beider Schädel in Bezug auf den inneren und den äusseren Index? An welchen Knochen überwiegt der innere, an welchen der äussere Index?

Nur eine dieser Fragen sei hier beantwortet. Der äussere und dann der innere ganze Occipitalbogen des Schädels der Norm haben bei weitem den kleinsten Index, d. i. den grössten Bogenwert. Das zeigt in unbestimmter Weise schon die Vergleichung der Tafelfiguren 6 und 7. Die höchsten Indexzahlen dagegen und die kleinsten Bogenwerte besitzt das Frontale von Kegel.

d) *Innere Winkel.*

Schon bei der Betrachtung der äusseren Winkel des Schädels gewölbes wurde erwähnt, dass der Grad der Krümmung der einzelnen Gewölbestücke nicht nur durch die Berechnung von Krümmungs-Indices bestimmt werden könne, sondern auch durch die Messung von Krümmungs-Winkeln. Die Krümmungswinkel am äusseren Gewölbebogen sind oben bereits behandelt worden. Wie aber der innere Bogen dem äusseren nicht einfach konzentrisch folgt, sondern beträchtlich von ihm abweicht, vor allem im Stirn-, aber auch im Occipitalgebiet, so müssen auch die beiderseitigen Winkelwerte verschieden sein. Die abweichenden Krümmungsindices des Aussen- und des Innenbogens zeigen schon beweisend darauf hin.

1. *Die inneren Krümmungswinkel der Gewölbestücke.*

Das Verfahren zu ihrer Messung ist das schon früher angegebene. Durch eine Tangente, welche der Sehne des Bogens parallel läuft, wird der Gipfelpunkt des Bogens bestimmt. Von diesem Punkte werden Gerade zu den Endpunkten der Sehne gezogen. Der von beiden Geraden eingeschlossene Winkel ist der Krümmungswinkel. S. Tafelfigur 8.

α) Der innere frontale Krümmungswinkel, bei *fw'* dieser Tafel gelegen, hat am Schädel von Kegel den Wert von 134° ; am Schädel der Norm von 127° .

Der äussere war bei K. (Kegel) = 142° , bei N. (Norm) = 134° .

Je grösser dieser Winkel, um so flacher der Bogen. Man erkennt an dem grossen Aussen- und Innenwinkel von Kegel bereits die abgeflachte Stirn von K.; der Aussenbogen aber ist flacher als der Innenbogen, sein Krümmungswinkel grösser. Auch bei N. ist der Aussenbogen flacher als der Innenbogen, aber der Innenbogen von K. hat den Wert des Aussenbogens von N.

β) Der innere parietale Krümmungswinkel (*pw'*, Tafelfigur 8) hat bei K. den Wert von 139° , bei N. von 128° .

Der äussere war bei K. = 136° , bei N. = 127° .

Der parietale Innenbogen ist an beiden Schädeln etwas gewölbter als der Aussenbogen. Die beiden Aussenbogen aber sowohl als die beiden Innenbogen sind ansehnlich voneinander verschieden; die

Winkel beider Innenbogen unterscheiden sich um 11 Einheiten, die Winkel beider Aussenbogen um deren 9, der parietale Gewölbeteil von N. ist also beträchtlich mehr gewölbt als der von K.

γ) Der innere obere occipitale Krümmungswinkel (*ooiw'* Tafelfigur 8) hat am Schädel von K. 132° , am Schädel N. 134° .

Der äussere misst bei K. 144° , bei N. 158° .

Die inneren Krümmungswinkel beider Schädel kommen sich hier sehr nahe; entfernter sind die beiden äusseren voneinander und von den inneren. Die äussere Kurve bei N. ist weit flacher als bei K.; beide äusseren Kurven sind weit flacher als beide inneren.

δ) Der innere squamale (zwischen Endolambda und Opisthion gelegene) Krümmungswinkel

hat bei K. den Wert von 151° , bei N. von 139° .

Der äussere „ K. „ „ 114° , „ N. „ 110° .

Die inneren Bogen beider Squamae sind hiernach viel weniger gewölbt, als die äusseren. Die beiden äusseren Winkel entfernen sich nur um 4 Einheiten voneinander. Die inneren Winkel stehen um 11 Einheiten voneinander ab; der innere squamale Bogen ist bei K. ansehnlich flacher als bei N.

ε) Der innere occipitale Krümmungswinkel (zwischen dem Endolambda und dem Basion gelegen)

hat am Schädel von K. den Wert von 128° , bei N. von 112° .

Der äussere bei K. „ „ „ 104° , „ N. „ 94° .

Der tremato-squamale, Schuppe, Seitenteile mit Foramen magnum in sich einschliessende Aussenbogen ist hiernach bedeutend stärker gewölbt, als der Innenbogen. Aussen- und Innenbogen von K. unterscheiden sich um 24 Bogengrade. Am Schädel der Norm ist der Unterschied 18.

Bei dieser Betrachtungsweise ergibt sich auch, dass das Occipitale, mag man es als einheitlichen Knochen oder als einen Komplex von Knochen auffassen, den bei weitem kleinsten Krümmungswinkel von allen Gewölbestücken des Schädels, folglich die bedeutendste Krümmung von allen besitzt.

Kommt gar noch der Anschlusswinkel in Rechnung, mit welchem das Gewölbe an die Basis des Schädels sich ansetzt, so steigt noch

die Ausdehnung seines Krümmungsbogens, vermindert sich noch sein Krümmungswinkel.

Welches ist dieser hintere Anschlusswinkel des Gewölbes an die Basis? Es sind die folgenden:

2. *Die inneren Anschlusswinkel des Gewölbes an die Basis.*

a) *Der hintere innere Anschlusswinkel.*

An Figur 8 nehmen wir diesen Winkel bei *b* (Basion) wahr, wo er seinen Scheitel hat. Sein hinterer Schenkel ist die Linie *bc* (Basion-Confluens), sein vorderer Schenkel die Linie *bt* (Basion-Typhlon). Aber es muss der vordere Schenkel auch in seinem gebrochenen Zustand Beachtung finden, d. h. die Linie *be* (Basion-Ephippion) und die Linie *et* (Ephippion-Typhlon) berücksichtigt werden.

α) Der Winkel *bc bt* hat am Schädel von K. den Wert von 121° , bei N. von 123° .

β) Der Anschlusswinkel der Linie *bc* (Basion-Confluens) an die Linie *be* (Basion-Ephippion) hat am Schädel von K. den Wert von 83° , bei N. 92° .

γ) Der Winkel *eb et* hat am Schädel von K. den Wert von 244 bzw. 116° , bei N. dagegen von 238 bzw. 122° .

b) *Der vordere Anschlusswinkel.*

α) An die innere Basislinie *tb* (Typhlon-Basion) schliesst sich die vordere Gewölbeselbne *tfw'* am Schädel von Kegel in einem Winkel von 113° an; am Schädel der Norm dagegen in dem Winkel von 118° .

β) Die Linie *te* (Typhlon-Ephippion) steht zu der Linie *tfw'* am Schädel von Kegel in einem Winkel von 89° , am Schädel der Norm aber in einem solchen von 91° .

In diesem grösseren Winkel von N. bei der Messung β , noch mehr aber bei der Messung α prägt sich, wenn auch in nicht sehr bedeutender Weise, die stärkere Aufrichtung der Stirn bei N., ihre Niederlegung bei K. aus.

3. *Die Winkel des inneren Ränder- oder End-Polygons.*

Man erhält ein verwickeltes äusseres und inneres Schädelpolygon, wenn die von den Gipfelpunkten aller Gewölbestücke zu den Enden der Gewölbestücke gezogenen Sehnen als ein Ganzes in das Auge

gefasst werden. Man vergleiche in dieser Hinsicht alle Sehnen am Bogen der auf Tafelfigur 8 enthaltenen Schädelfigur.

Das so entstandene Schädeldieleck soll nunmehr dadurch auf eine geringere Anzahl von Seiten gebracht werden, dass nur die *Endpunkte* der Gewölbestücke durch Gerade miteinander verbunden werden. So ist es oben mit dem *äusseren* Vieleck bereits geschehen. Hier aber soll das innere Vieleck unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, soweit es sich um die Seitenlängen und um die von den Seiten eingeschlossenen Winkel handelt.

Auch der Aufstellungsweise des inneren Gewölbes auf der inneren Basis ist dabei Beachtung zu schenken.

Die Endpunkte, welche hier in Frage stehen, sind folgende: Typhlon, Endobregma, Endolambda, wenn man will das Endo-Inion oder Confluens, das Opisthion und das Basion.

Die Typhlon-Endobregmalinie ist am Schädel von Kegel 95, am Schädel der Norm 89 mm lang, oder

	Typhlon- Endobregma	Endobregma- Endolambda	Endolambda Endo-Inion (Confluens)	Endo-Inion Opisthion	Endolambda Opisthion	Opisthion Basion
Kegel =	95	104	51	43	91	35
Norm =	89	110	47	48	87	41

Die innere Basis, welche das innere Gewölbe mit seinen Fusspunkten aufnimmt, hat an beiden Schädeln eine Länge von 93 mm.

Von diesen Werten ziehen die beiden ersten an beiden Schädeln den Blick vor allem auf sich. Sie ergänzen, was schon an den bezüglichen Linien der äusseren Polygone gesehen und früher (S. 92—107) hervorgehoben worden ist.

Die Typhlon-Endobregmalinie des Schädels von Kegel ist um 6 mm länger, als sie bei N. gefunden wird. Die Endobregma-Endolambda-linie des Schädels von Kegel dagegen ist um 6 mm kürzer als bei N. Die Summen beider Linien sind also an beiden Schädeln einander gleich, nämlich

$$K.: 95 + 104 = 199,$$

$$N.: 89 + 110 = 199.$$

Dadurch verliert jedoch die Tatsache nicht an Bedeutung, dass

der *parietale* Anteil des Gewölbes am Schädel der Norm den frontalen Anteil um 21 mm am inneren Schädelpolygon übertrifft. Auch am Schädel von *Kegel* übertrifft der *parietale* den frontalen, und zwar um 9 mm.

Die beiderlei Endolambda-Opisthionlinien, oder wenn man es vorziehen wollte, die Endolambda-Basionlinien, zeigen viel geringere Unterschiede; in jenem Falle K. 91 gegen N. 87; in diesem Fall aber K. 109 gegen N. 112.

Das innere Endpolygon lässt sich somit, da es sich um die Frage seiner Berechtigung handelt, entsprechend dem, was es zu zeigen vermag, gut an.

Wie aber wird es sich mit den *Winkeln* verhalten, welche das innere Endpolygon umschliesst?

Die *Winkel des inneren Endpolygons* sind folgende:

Der Typhlon-, Endobregma-, Endolambda-, Endo-Inion-, Opisthion- und Basionwinkel.

Winkel am Typhlon	Endo- bregma	Endo- lambda	Endo-Inion	Opisthion	Basion.
Kegel 84°	103°	102°, 88°, 71°	128°, 151°	129°, 113°	100°, 121°, 149°.
Norm 90°	97°	116°, 95°, 73°	112°, 139°	122°, 103°	100°, 122°, 153°.
Unterschied —6	6	—14 —7 —2	16 11	7 10	0 1 —4

In dieser Reihe von Winkeln spricht sich eine Fülle von Inhalt aus. Man kann sogar behaupten, es spreche sich in ihnen der Plan des Innengewölbes mit grosser Bestimmtheit aus.

In der dritten Zahlenreihe der Tabelle sind die Unterschiede der Winkelgrössen beider Schädel angegeben; wo der Schädel von Kegel einen kleineren Winkel besitzt, ist ein Minuszeichen vorgesetzt.

Der Typhlonwinkel des Schädels von Kegel ist um 6° kleiner. Gewiss, wie sollte es anders sein? Es prägt sich die Depression der Stirn in ihm aus. Der Endobregmawinkel ist bei K. um ebensoviel grösser, eine Art von Ausgleichung herstellend.

Nun folgen im Endolambdagebiet, welches bereits dem *hinteren* Teil des Gewölbes angehört, weil im *Parietale* die Umbiegung nach unten sich schon vollzogen hat, am Schädel von Kegel nicht weniger als drei Unterwerte, nämlich —14, —7 und —2. Dieser Umstand zeigt an, dass wieder eine Depression im Gewölbe stattfinden muss, mit

anderen Worten, dass die Unterschuppe gegen die Oberschuppe am Schädel von Kegel sich stärker einbiegt und eben darum nach vorn oben sich wenden muss. Es findet also eine Depression von unten nach oben statt, nicht eine Senkung, sondern eine Hebung. Würde die Unterschuppe sich senken, so würden die bezüglichen Winkel sich vergrössern, nicht verkleinern müssen. Der Depression am Stirnbein entspricht eine Hebung der Unterschuppe, das Foramen magnum eingeschlossen.

Die drei Unterwerte finden aber alsbald eine Art von Ausgleichung, wie es oben auch am Endobregma der Fall war. Von der Umbiegungsstelle im Bereich der Oberschuppe an bis zum Opisthion hin ist die Squama flach gestreckt, vor allem im inneren Bogen. Hier sind also grosse Winkel zu erwarten.

In der Tat folgen auf die drei Minuswerte im Gebiet des Endobregma drei Pluswerte im Gebiet des Endo-Inion oder Confluens, wieder als eine Art von Ausgleichung.

Im Opisthion beginnt bereits der Anschluss an die Basis sich zu vollziehen. Notwendigerweise müssen, wenn Hebung der Unterschuppe stattgefunden hat, die Winkel sich abflachen und die Unterschiede als Pluswerte erscheinen. So ist es auch in der Tabelle sichtbar.

Nebenbei sei bemerkt, dass die Nähte des Gewölbes sich nie an die grossen *Umbiegungen* des Gewölbes halten, sondern an die flachen Stellen. So ist es am Endobregma und am Endolambda deutlich wahrzunehmen.

Teils konstruktive Vorteile, teils Stärkung des Gewölbes scheinen daraus hervorzugehen. Eine Zunahme in der Dicke der zusammen tretenden Knochen kann an den Enden stattfinden, aber auch fehlen.

Merkwürdig genug: sowie einmal die Winkel in die Nähe der *Basis* kommen, werden die Unterschiede an beiden sonst so abweichenden Schädeln teils 0, teils sehr klein, so gewaltig auch die Winkelgrössen sein mögen. Dies zeigen sehr eindringlich die drei Reihen von Zahlen, die dem Basion angehören, denn bei Winkeln von 100 bis 153° sind die Unterschiede nur 0, 1 und 4.

4. Die Winkel des inneren Wölbungspolygons.

Gerade der Umstand, dass die Nähte des Gewölbes sich nicht an

die stärksten Wölbungen, sondern an die stärksten Abflachungen halten, weist darauf hin, dass es nützlich sein kann, bei der Untersuchung des Gewölbes auch einmal von den Nahtstellen ganz abzusehen, dagegen von den Wölbungen auszugehen. Wie früher ein äusseres, so ist hier daher ein inneres Wölbungspolygon zu untersuchen, wobei die stärksten Wölbungen in Form von Ecken, die Flachstellen aber als Seitenlinien sich bemerkbar machen.

Auf Tafelfigur 8 ist das innere Wölbungspolygon in den inneren Gewölbebogen des Schädels von Kegel eingetragen, so dass man sein Verhältnis zu dem ebenfalls eingetragenen Polygon der Knochenenden leicht überblicken kann. Zur Vergleichung mit dem entsprechenden Wölbungspolygon des Schädels der Norm war es jedoch erforderlich, eine besondere Zeichnung zu entwerfen, welche die inneren Wölbungspolygone beider Schädel enthält.

Ausser dem inneren Wölbungspolygon des *Medianschnittes* lässt sich aber auch ein solches entwerfen, welches die grösste Länge der *Schädelhöhle* berücksichtigt. Diese ist bekanntlich nicht median, sondern paramedian gelegen, sowohl im frontalen als im occipitalen Gebiet. Dem paramedianen Wölbungspolygon ist vielleicht sogar der höhere Wert beizumessen. Auf Tafelfigur 14 findet sich daher das paramediane Wölbungspolygon gleichfalls eingetragen.

Sämtliche Polygone sind in der Figur 14 eingestellt auf die innere Basislinie, die sich zwischen dem Typhlon und Basion erstreckt; alle äusseren und inneren *Bogenlinien* des Gewölbes sind in der Zeichnung weggelassen.

Von den vier Polygonen seien zuerst die beiden ins Auge gefasst, welche dem Schädel der Norm (N , N') angehören. Sie sind leicht in allen ihren Teilen daran zu erkennen, dass beide nur *ausgezogene* Linien haben. Das paramediane Vieleck hat dicke, das mediane dagegen dünne ausgezogene Linien. Die beiden Vielecke des Schädels von Kegel dagegen (K , K') sind durch kurz und durch lang *gestrichelte* Linien kenntlich gemacht.

Von der eigentümlichen *Gestalt* und *Grösse* des paramedianen und medianen Vielecks wird erst später zu reden sein. Jetzt sind zuerst die Ecken, Linien und Winkel zu beachten.

Alle Vielecke haben folgende Ecken: die Typhlon- oder Nasalecke, ($t\ t'$); die Frontalecke (h, h' ; fw, fw'); die Parietalecke ($pw\ pw'$); die Confluens- oder Endo-Inionecke (c, c'), die basale Ecke b ; dazu kommt noch die Ecke der oberen occipitalen Wölbung und die Ecke der unteren occipitalen Wölbung.

Die beiden letzten Ecken entsprechen, wie der Name bekundet, den am weitesten nach hinten sich erstreckenden Punkten, d. i. den Gipfelpunkten der Fossa occipitalis und cerebellaris des Occipitale, sowie auch die übrigen Ecken den Gipfeln der übrigen Wölbungen des Schädeldaches und seinen Anschlüssen an die Basis entsprechen; alle Punkte sind auf die Mediane orientiert oder projiziert.

Die Linie pwc (und $pw'c'$) bildet mit der Linie cb (und $c'b$) den Hauptwinkel der occipitalen Wölbungen; c und c' , das Endo-Inion oder Confluens, gilt dabei also als Hauptumbeugungsstelle zwischen Scheitelwölbung und Basis oder genauer Basion. Die Punkte ow und ow' , uw und uw' sind dagegen Nebenspitzen; sie entsprechen den Gipfeln der Wölbungen der Ober- und der Unterschuppe. Da beide Wölbungen aber wichtig sind, so werden sie auch mit aufgeführt. Wo immer sie in Betracht kommen, treten sie *an Stelle* der Hauptwölbung am Endo-Inion, die ihrerseits dann ausfallen muss.

Wie verhält es sich mit dem Anschluss an die *Basis*? Wie eine Linie von der Scheitelwölbung (pw) zur oberen Occipitalwölbung (ow) führt, so führt eine andere von dieser zur unteren (ow, uw); von der unteren Occipitalwölbung aber führt keine Linie zum Opisthion; denn hier liegt keine Wölbung; sondern die Linie zieht von uw , mit Überspringung des Foramen occipitale magnum, notwendig unmittelbar zum Anschluss an die Basis. Das ist also die Linie $uw b$.

In den medianen und in den paramedianen Wölbungspolygonen haben wir demzufolge immer entweder *Sechsecke* vor uns, oder, durch Vereinfachung am Endo-Inion, *Fünfecke*.

a. Das *paramediane* Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Tafelfigur 14 N' und K' .

Die Seitenlängen dieses Polygons sind folgende:

Seitenlänge:	frontale	parietale	obere occipitale	untere occipitale	occipitale	unterer Anschluss		basale
Norm	34	122	91	46	105	78	64	93
Kegel	17	135	73	45	87	69	62	93
Unterschied	—17	13	—18	—1	—18	—9	—2	0

Aus dieser Tabelle lässt sich manches Interessante herauslesen. Die Unterschiede der Gewölbemaasse sind teilweise sehr gross und erheben sich von 0—18. Wo das Gewölbe von Kegel im Untermaasse sich befindet, sind den Unterschieden Minuszeichen vorgesetzt. Abgesehen von der gleichen Basislänge ist K. nur an einer Stelle im Übermaass; alle anderen Werte sind Untermaasse. Jene eine Plus-Stelle ist die parietale, d. h. die Ausdehnung zwischen dem frontalen und parietalen Gipfel des paramedianen Gewölbebogens. Hierbei ist übrigens zu beachten, dass der Punkt *pw* mediane Lage hat; von ihm zieht die Linie nach *h* und die Linie nach *ow* scheinbar etwas lateralwärts; nicht aber in der Tat; denn die Punkte *h* und *ow*, ebenso *uw* sind auf die Medianebene projiziert, sie liegen also sämtlich median.

Der frontale und parietale Gipfel des Gewölbes sind also am Schädel K. 13 mm weiter voneinander entfernt, als am Schädel der Norm. Dagegen liegen beide Gipfel am Schädel von Kegel sehr viel *niedriger*: das zeigen die Höhenzahlen *h* und *h'*, *pw c* und *pw' c'*, zeigt noch auffälliger die Betrachtung der Figur selbst. Damit ist die Bedeutung der Unterschiede +13 und —17, —18, —18 bereits gewürdigt. Alles übrige ist von geringerer Bedeutung. Wir wenden uns daher sogleich dem Thema der *Winkel* des paramedianen Vielecks zu.

Die *Winkel* des paramedianen Vielecks des Schädels der Norm und des *Schädels von Kegel*.

Die Winkel der paramedianen inneren Vielecke N. und K. haben folgende Beträge:

Winkel:	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler	oberer occipitaler	unterer occipitaler	basaler
Norm	134°	100°	92°	91°	122°	121°	121°
Kegel	134	99	81	103	114	137	121
Unterschied	0	—1	—11	12	—8	16	0

Aus der Beurteilung dieser Tabelle ergibt sich vor allem, dass in beiden Schädeln das Ansteigen der Linien vom Typhlon zum frontalen

paramedianen Gipfel der Stirnwölbung unter gleichem Winkel geschieht, hierin sich also eine Niederlegung der Stirn nicht bemerklich macht; nur gelangt das eine Gewölbestück zu einem hohen, das andere hingegen zu einem niedrigen Gipfel.

Selbst die beiden frontalen Winkel, die sich anschliessen, zeigen nur einen Unterschied von 1° zuungunsten von K. Einen Unterwert grösserer Art bemerken wir dagegen am parietalen Gipfel; hier beträgt er 11° zuungunsten von K.; der parietale Winkel von N. ist grösser als ein rechter, der von K. hingegen ein spitzer, 9° kleiner als ein rechter.

Setzen wir an Stelle der Linie *pwc* die Linie *pwow* ein, so hat N. einen parietalen Winkel von 105° , K. einen solchen von 103° ; es findet dadurch also fast eine Ausgleichung statt zwischen beiden parietalen Wölbungen, dass von der parietalen zur oberen Occipitalwölbung vorgeschritten wird.

An der Occipital-Ecke ist der Unterschied der beiden Hauptwinkel 12, zugunsten von K.: hierin liegt eine Ausgleichung des Minusbetrages im Hauptwinkel der parietalen Wölbung.

Die Winkelbeträge der oberen und unteren Occipitalwölbung zeigen Unterschiede von -8 und $+16$. Das Gewölbe von K. wird von unten her eingedrückt, gegen die selbst eingedrückte Stirn-Scheitellinie *h'pw'* hin gehoben. Daraus geht aber eine Abflachung bei *uw*, eine Zuspitzung bei *ow* hervor. Diese eine Hebung erklärt das eine Plus und das andere Minus. Der Anschlusswinkel an die Basis ist merkwürdigerweise der gleiche, 121° , in den beiden Hauptecken bei *b*; sie fallen zusammen; denn *c'* liegt auf der Linie *cb*.

Der Unterschied in den beiden Nebenwinkeln des Anschlusses an *b* ist nicht gross; er beträgt 4° zuungunsten von K.

b. Das *mediane* Wölbungspolygon der Schädel der Norm und von Kegel. Tafelfigur 14, N. und K.

α. Die Ecken und Seiten.

Die *Ecken* der medianen Wölbungsvielecke liegen an den Scheiteln der Krümmungswinkel der einzelnen Gewölbestücke des Medianschnittes. Die *Seiten* der Vielecke sind aber keineswegs zugleich die Schenkel der Krümmungswinkel. Vielmehr *überspringen* die Seiten der Vielecke

gerade die Knochenenden, an welchen sich jene, die Schenkel der Krümmungswinkel, ansetzen; sie treten dagegen zu dem Scheitel des *nächsten* Krümmungswinkels. Folglich stehen die Mitten der Seiten dieser Vielecke weit von den Enden der Gewölbestücke ab; ebendarum sind die Krümmungswinkel weit stumpfer als die Winkel der Wölbungspolygone.

Die Ecken haben die gleichen Namen, wie die des paramedianen Polygons, obwohl nur die Anschlussecken am Basion genau auf die gleiche Stelle zu liegen kommen. Es ist gut, sich daran zu erinnern, dass am medianen Polygon nur in der Mediane gelegene Stellen vorkommen; am paramedianen Polygon kommen dagegen auch auf die Mediane nur *projizierte* Stellen vor, neben wirklichen medianen. Die Krümmungen des Medianbogens sind andere, als die des Paramedianbogens; es ist folglich nicht überflüssig, auch die *medianen* inneren Wölbungsvielecke ins Auge zu fassen. An diesen gibt es folgende Ecken: die Typhlon-Ecke (Figur 14 *t*, *t'*), die frontale Ecke (*fw*, *fw'*), die parietale Ecke (*pw*, *pw'*), die Endo-Inion- oder Occipital-Hauptecke (*c*, *c'*), die obere und untere occipitale Nebenecke. Ebenso heissen die zugehörigen Winkel.

Die Seiten sind: die frontale (*tfw*, *t'fw'*), die parietale (*fwpw*, *fw'pw'*), die occipitale Hauptseite (*pw c*, *pw' c'*); die occipitalen Nebenseiten, je eine obere und je eine untere (*pw* \odot , *pw'* $+$; $\odot \odot$, $+$ \neq); endlich die vier Anschlussseiten an die Basis, nämlich die beiden Hauptseiten (*cb*, *c'b*) und die beiden Nebenseiten ($\neq b$ und $\odot b$). Die Kreuze gehören K., \odot dagegen der Norm an.

Welches sind die *Seitenlängen* der beiden Medianpolygone?

Seitenlänge:	frontale	parietale	occipitale Hauptlinie	obere occipitale	untere occipitale	Hauptanschluss	Nebenschluss	Basis
Norm	47	107	105	97	34	78	64	93
Kegel	37	120	87	71	50	69	54	93
Unterschied	— 10	13	— 18	— 26	+ 16	— 9	— 10	0

In der Beurteilung dieser Tabelle haben wir sogleich den ersten Unterschied zu beachten. Der frontale Scheitelpunkt des inneren Medianbogens steigt am Schädel der Norm höher auf, K. bleibt hierin zurück. Vom inneren frontalen Scheitelpunkt des Medianbogens zum parietalen

Scheitelpunkt hat K. eine um 13 mm grössere Länge; aber die ganze lange Fronto-Parietallinie liegt weit niedriger und entfernt sich von der gleichen Linie des Schädels N. nach hinten zunehmend. Daraus ergibt sich der Längenunterschied der beiden occipitalen Hauptlinien (— 18), wie im vorhergehenden paramedianen Polygon: denn die beiden occipitalen Hauptlinien beider Polygone fallen, als in der Mediane gelegen, zusammen. Es ergibt sich aber aus dem gleichen Tiefstand der fronto-parietalen Linie bei K. auch die Kürze der oberen occipitalen Nebenlinie (— 26), die um so bedeutender ist, als der obere occipitale Gipfel noch dazu eine hohe Lage hat. Hat er aber eine hohe Lage — hiervon überzeugt die Vergleichung der beiden Zeichen + und ○ in ihrem Lageverhältnis zur Hauptanschlusslinie *cb* —, so liegt hierin schon ein Anlass zur Vergrößerung des Längenunterschiedes der beiden *unteren* occipitalen Linien, der um so mehr sich steigern muss, wenn zugleich der Scheitelpunkt der unteren occipitalen Wölbung von K. dem Basion sich nähert, wie es in Wirklichkeit geschieht: die Stelle des Kreuzes liegt etwa einen Zentimeter näher am Basion als der kleine Kreis rechts, welcher die Stelle des Scheitels der unteren occipitalen Wölbung des Schädels der Norm bedeutet. Der Plus-Unterschied der unteren occipitalen Nebenlinie bei K. kann daher in keiner Weise wundernehmen.

β. *Die Winkel des inneren medianen Wölbungspolygons* bei N. und K. Nicht vergeblich sind die Seiten der beiden inneren Medianpolygone ins Auge gefasst worden. So ist zu hoffen, dass auch den zugehörigen Winkeln einiges Interessante abzugewinnen sein wird.

Die zugehörigen Winkel sind: die beiden Typhlonwinkel, die Winkel der Frontalwölbung, der Parietalwölbung, der occipitalen Hauptwölbung, der oberen und unteren occipitalen Nebenwölbung, des unteren Abschlusses an die innere Basallinie.

Sie haben folgende Werte:

Winkel:	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler Hauptwinkel	oberer occipitaler Nebenwinkel	unterer occipitaler Nebenwinkel	bas. Haupt-Anschlusswinkel
Norm	116°	112°	97°, 106°	91°	121°	130°	121°
Kegel	113	112	89, 108	103	113	142	121
Unterschied	—3	0	—8 2	12	—8	12	0

Schickt man sich zur Beurteilung dieser Tabelle an, so erregt gleich das erste Winkelpaar und der es kennzeichnende Unterschied in der Bogenlänge unsere Aufmerksamkeit. Die Stirnlinie Typhlon-Stirnwölbung erhebt sich steiler und zu grösserer Höhe am Schädel der Norm; am Schädel von Kegel ist die gleiche Linie um 3° weiter nach hinten geneigt und beträchtlich kürzer.

Der Unterschied, welcher zwischen der Neigung beider Linien besteht, ist jedoch viel kleiner, als der, welcher das Aufsteigen dieser Linien von dem Aufsteigen der beiden vor ihnen in die Höhe ziehenden Stirnlinien des *paramedianen* Polygons trennt; denn dieser beträgt nicht weniger als 18° und 21° .

In dem frontalen Winkel von N. und K. herrscht Gleichheit; doch zieht die frontoparietale Bahn weit niedriger ihren langen Weg am Schädel von K. dahin.

In dem parietalen Hauptwinkel beider Schädel (bei *pw*, Figur 14) ist ein Unterschied von 8° zugunsten des Schädels der Norm. Wird jedoch der Betrag des obern occipitalen Nebenwinkels hinzugerechnet, so gewinnt der Schädel von Kegel ein kleines Plus von 2° (s. Figur 14 *pw* und *pw'*).

Der occipitale Hauptwinkel am Endo-Inion zeigt bei K. ein Mehr von 12° ; hierdurch erfährt das Weniger am Hauptwinkel des Parietalpunktes eine Art von Ausgleichung. Die oberen Linien des occipitalen Hauptwinkels kreuzen sich nämlich einander unterhalb ihrer Mitten; dadurch erfährt die untere Hauptlinie dieses Winkels am Schädel von Kegel eine Verkürzung; aber es geht aus derselben Veranlassung eine Winkelvergrößerung am Endo-Inion von K. hervor.

Im oberen occipitalen Nebenwinkel zeigt K. ein Weniger von 8° . Dies rührt daher, dass die den Winkel nach unten begrenzende Verbindungslinie der beiden occipitalen Nebenwölbungen mit ihrem unteren Ende bei K. sich stärker nach vorn, gegen das Basion hinwendet, als bei N. Folglich muss oben eine Verkleinerung, unten eine Vergrößerung des Winkels eintreten. In der Tat entspricht dem oberen Weniger von 8° ein unteres Mehr von 12° .

Der Hauptanschlusswinkel an die Basis beträgt an beiden Schädeln 121° . Die kleinen Unterschiede, welche die von den unteren occipi-

talten Wölbungen beider Schädel ausgehenden basalen Anschlusslinien bedingen, fallen so wenig ins Gewicht, dass sie, wie Figur 14 zeigt, hier vernachlässigt werden können; die beiden fraglichen Anschlusslinien liegen einander so nahe, dass sie in der Zeichnung kaum deutlich in ganzer Ausdehnung hervortreten.

Obwohl nun dieses mediane, innere Wölbungsvieleck manches Eigentümliche wahrnehmen lässt, so wird es doch kaum einem Zweifel unterliegen können, dass das paramediane Vieleck jenem an Bedeutung vorangeht und wohl als das wichtigste aller betrachteten Vielecke angesehen werden muss. Nichtsdestoweniger hat jedes einzelne seinen selbständigen Wert, ist ein Ausdruck einer Reihe von Tatsachen. Ohne die Zusammenstellung aller würde gewiss das Wesen der einzelnen nicht deutlich zur Wahrnehmung gelangen können.

5. *Vergleichung des medianen inneren mit dem medianen äusseren Wölbungspolygon.*

Würde das paramediane Vieleck noch in die Vergleichung hereingezogen werden, so wären zusammen nicht weniger als sechs Vielecke miteinander zu vergleichen, da zwei Schädel vorhanden sind, welchen die drei Vielecke angehören.

Nun lässt sich aber leicht erkennen, dass die äusseren medianen Vielecke zwar mit den inneren medianen Vielecken eine nähere Verwandtschaft haben müssen, nicht aber mit den paramedianen; da diese über die Mediane hinausgehen, jene anderen aber alle teils dem inneren, teils dem äusseren Medianbogen angehören.

Das *äussere* mediane Wölbungsvieleck des Schädels von Kegel und des Schädels der Norm liegt in Tafelfigur 13 vor, für sich allein.

Das *innere* mediane Wölbungsvieleck ist auf Figur 14 enthalten, mit dem paramedianen zugleich. Die beiden medianen Vielecke, die hier in Frage stehen, sind das mit dünnen ausgezogenen und das mit lang gestrichelten Linien hergestellte Vieleck, mit den Ecken t , fw , pw , \odot , \odot , c , b für den Schädel der Norm, und mit den Ecken t' , fw' , pw' , $+$, $+$, c' und b für den Schädel von Kegel.

Vergleicht man das äussere Vieleck von N. mit dem inneren von N., so ist zwar eine gewisse allgemeine Ähnlichkeit sichtbar, aber keine geometrische. Vor allem zeigt sich die verhältnismässig grosse Ab-

nahme der *Länge* im inneren Vieleck. Das Gleiche gilt von dem äusseren und inneren Vieleck von K.

In *Indexwerten* ausgedrückt ist das Verhältnis der Länge zur Höhe folgendes:

a) Am Schädel der *Norm* ist der Längenhöhenindex des *äusseren* Vielecks = 63,4.

Der Ansatz ist $186:118 = 100:x$.

Als Länge ist die Linie *fw i*, als Höhe die Vertikale der Fronto-Parietallinie zum Basion gewählt (s. Tafelfigur 13 und 14).

Am Schädel der *Norm* ist dagegen der Längenhöhenindex des *inneren* Vielecks = 73.

Ansatz: $159:116 = 100:x$.

Man sieht hier also das Mehr der Höhe (= 10 Einheiten) des inneren Polygons sehr deutlich.

b) Am Schädel von *Kegel* ist der Längenhöhenindex des *äusseren* Vielecks = 64,5.

Ansatz: $172:111 = 100:x$.

Am Schädel von *Kegel* ist dagegen der Längenhöhenindex des *inneren* Vielecks nahe 70.

Ansatz: $147:102 = 100:x$.

Auch hier also starke Abnahme der Länge, geringere Abnahme der Höhe. Das Mehr der inneren Höhe beträgt hier 6 Einheiten.

Etwas Entsprechendes ergab sich früher schon für die *Breite*; auch von anderen Beobachtern ist festgestellt worden, dass die innere Breite im Verhältnis zur Länge stark wächst. Es zeigt sich jetzt also, dass das Gleiche für die innere Höhe gilt. Im allgemeinen kann man daher sagen: die Schädelhöhle ist verhältnismässig breiter und höher als die Aussenform des Schädels.

Diesem Verhalten kommt auch eine stereometrische Bedeutung zu, deren genauere Darstellung an späterer Stelle gegeben werden wird.

Gegenüberstellung der inneren und äusseren Winkel.

Bei der Betrachtung der inneren und äusseren Wölbungsvielecke zeigt sich, dass im basalen Anschluss des hinteren Gewölbeteils und in diesem selbst ansehnliche Winkelverschiedenheiten vorkommen müssen. Eine Vergleichung der Winkel führt zu folgendem Ergebnis.

Winkel des inneren und äusseren Wölbungsvielecks am Schädel der *Norm*:

	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler Hauptwinkel	basaler
innere Winkel	116°	112°	106°	91°	121°
äussere Winkel	104	116	108	80	141
Unterschied	— 12	4	2	— 11	20

Wo der äussere Winkel kleiner, ist ein Minuszeichen vorgesetzt. Der innere nasale Winkel ist hiernach ansehnlich stumpfer; stumpfer auch der innere occipitale Hauptwinkel; spitzer dagegen der innere Anschlusswinkel an die Basis.

Wie verhält es sich in dieser Hinsicht mit dem Schädel von *Kegel*?

Winkel des inneren und äusseren Wölbungsvielecks am Schädel von *Kegel*:

	nasaler	frontaler	parietaler	occipitaler	basaler
innere Winkel	113°	112°	108°	103°	121°
äussere Winkel	94	125	107	82	141
Unterschied	— 19	13	— 1	— 21	20

Auch am Schädel von *Kegel* ist der innere nasale Winkel stumpfer und zwar mehr als am Schädel der *Norm*; ansehnlich spitzer der innere frontale; stumpfer wieder der occipitale. Spitzer dagegen ist auch am Schädel von *Kegel* der innere basale Anschlusswinkel, als der äussere.

Die Abstumpfung des inneren occipitalen und die Zuspitzung des basalen Anschlusswinkels hat die gleiche Ursache. Das Vorspringen des Confluens-Punktes nach vorn muss den an ihm gelegenen Winkel abstumpfen, den basalen Anschlusswinkel aber zuspitzen.

Wie aber erklärt sich am Schädel von *Kegel* die Zuspitzung des inneren frontalen Winkels gegenüber dem äusseren frontalen? Eine Vergleichung der Figuren lehrt, dass dies von nichts anderem herrühren kann, als von der beträchtlichen Tieflage des inneren parietalen Gipfels *pw'*.

Die Zuspitzung des inneren basalen Anschlusswinkels wirkt, wie wiederum die Betrachtung der Figuren lehrt, günstig ein auf die Zunahme der *Höhe* des inneren Polygons.

Die Vergleichung der inneren und äusseren Winkel der medianen

Wölbungsvielecke führt hiernach zu dem gleichen Ergebnis, welches schon die Beachtung der Seiten lehrte: Relative Verkürzung und Erhöhung des Innenraums sind die wesentlichen Unterschiede des inneren von dem äusseren Polygon.

Die Vollständigkeit würde es erfordern, der Untersuchung des inneren Medianbogens nunmehr eine solche des inneren *Horizontal*- und inneren *Frontal*bogens oder mehrerer solcher Bogen des Schädels von K. folgen zu lassen und sie mit den äusseren Bogen sowohl, als auch mit den Ergebnissen an einem Schädel der Norm zu vergleichen. Hierzu wird aber erst Aussicht sein, wenn Höhlenausgüsse beider Schädel hergestellt sein werden.

III. Einstellung der beiden Schädel in verschiedene Ebenen.

Sucht man die Medianschnitte der Schädel von Kegel und der Norm, oder auch Abbildungen beider Medianschnitte aufeinander zu passen, so begegnet man der Frage, ob es besser sei, beide so aufeinander zu passen, dass die vorhandenen Unterschiede möglichst scharf hervortreten, oder ob eine andere Aufstellung für richtiger erachtet werden müsse, bei welcher die Unterschiede möglichst zum Verschwinden gebracht werden.

Das technische Verfahren, dessen ich mich bediente, war folgendes. Die beiderlei Medianbogen wurden auf Papier gezeichnet und der eine ausgeschnitten. Dieser konnte nun auf der anderen Zeichnung beliebig verschoben werden. Zeichnet man den einen Medianbogen auf durchscheinendes Papier, so kommt man vielleicht noch besser zum Ziel. Ein vortreffliches Verfahren zu Verschiebungsversuchen ist es auch, die verschiedenen Arten von *Polygonen*, äussere und innere, je auf demselben Blatt, auszuschneiden und die ausgeschnittenen gegeneinander zu verschieben. Auf Tafelfigur 15 ist ein solches Bild gezeichnet.

Welche Ergebnisse wird man ferner erhalten, wenn von den Medianschnitten der beiden Schädel zwei gleiche, mehr oder weniger weit voneinander entfernte *Punkte* aufeinander gepasst oder aufeinander zu passen gesucht werden? Versuche dieser Art führten zur Einstellung der Medianschnitte beider Schädel in verschiedene Ebenen. Waren die beiden aufeinander zu passenden Punktpaare verschieden weit von-

einander entfernt, so konnte auch an die Herstellung von vergrösserten oder verkleinerten Bildern gedacht werden.

Hält man sich an die *Ebenen*, so waren mehrere, vielleicht alle bekannt gewordenen zu prüfen; vielleicht konnte es erforderlich sein, auch neue, bisher unverwendete Einstellungslinien ausfindig zu machen.

Ich versuchte zuerst die Einstellung der Medianbogen beider Schädel in die Nasion-Lambdalinie und war überrascht von dem Ergebnis. Das Nasion des Schädels von Kegel brauchte nur um 3—4 mm gehoben und um 6 mm vom Nasion des Schädels der Norm vorwärts geschoben zu werden, so kamen sehr viele wichtige Stellen zur Deckung. Die wesentlichen Unterschiede beider Schädel traten scharf ausgeprägt hervor; und die wichtige, so dringend gewünschte Basion-Korrektur beider Schädel (s. oben S. 61) war von selbst gemacht. Mehr durfte von keiner anderen Linie oder Ebene erwartet werden.

1. *Einstellung auf die Nasion-Lambdalinie.* Auf Tafelfigur 10 ist die zugehörige Figur wiedergegeben. Es liegt in ihr dem Angegebenen zufolge keine *reine* Nasion-Lambda-Einstellung vor und soll auch nicht vorliegen, sondern eine modifizierte Einstellung; eine solche, welche, wie ein geübtes Auge sogleich erkennt, nicht allein die Hauptunterschiede beider Schädel, sondern auch die wichtigsten Übereinstimmungen zur Anschauung bringt.

Die beiden Medianbogen und der wichtigste Teil der Basis des Schädels der Norm sind mit blauen Linien gezeichnet; die gleichen Linien des Schädels von Kegel dagegen schwarz. Die über die Medianbogen des Schädels nach aussen oder innen vortretenden Teile des Schädels von Kegel sind schraffiert.

Beginnen wir die Betrachtung mit der Basis, so fällt das Planum ethmoidale (*pe*) beider Schädel zusammen. Die Fossa sellae des Schädels von Kegel ist sehr lang; sie beginnt, von vornher betrachtet, früher als die andere, geht aber ebensoweit nach hinten, wie die andere; doch ist ihr Bogen etwas flacher. Das Dorsum sellae von Kegel erstreckt sich ein wenig weiter nach hinten.

Am Clivus herrscht im ganzen eine so grosse wesentliche Übereinstimmung, dass sie sehr befriedigen kann. Unten aber ragt bei K. und bei N. der Medianschnitt jener *Leiste* gleich einem Zapfen oder

Dorn hervor, der aber weder ein Zapfen noch ein Dorn ist, sondern eine breite, den vorderen Umfang des Foramen occipitale mit konkavem Rande abschliessende Platte, von deren Bedeutung oben (S. 61) gehandelt und welche dort *Crista occipitalis anterior* und *posterior* genannt worden ist.

Denkt man sich die beiden Cristae, von welchen im Bilde eine die andere ohnedies schon abschneidet, hinweg, so haben wir eine so merkwürdige Art von Selbstkorrektur vor Augen, wie sie gewiss selten vorkommt. Da, wo die hintere schwache Linie die vordere blaue schneidet, kann der Medianpunkt der Basis angenommen werden, wenn man nicht vorzieht, zwei Basia anzunehmen, ein äusseres und inneres, oder vorderes und hinteres. Doch würde das zu manchen Schwierigkeiten führen; in den meisten Fällen lässt sich, da das Basion an einer abgerundeten Kante liegt, ein einziger Punkt als Basion feststellen.

Die Crista galli von N. ragt hoch hervor. Die Typhla von N. und K. liegen nahe beisammen (*t*). Das Nasion von K. (*n'*) liegt vor und über dem Nasion von N.

Mächtig springt bei K. die Glabella (*g'*) vor, hält sich dagegen bei N. in bescheidenen Grenzen. Stark nach hinten geneigt, verschwindet der aufwärts folgende Teil der Aussenfläche des Stirnbeins von K. alsbald hinter der Stirnwölbung von N. Geht man von hier aus dem äusseren Bogen von K. nach, so erreicht er in der Ausdehnung von einigen Zentimetern die Nähe des Innenbogens von N., entfernt sich aber sodann wieder von ihm und gelangt in der Gegend des Bregma ganz in die Nähe des Aussenbogens von N., ohne jedoch dessen Rand zu erreichen. Dann tritt der Aussenbogen von K. wieder in grössere Tiefe, entsprechend der Scheitelkrümmung von N. Jenseits dieser wieder allmählich sich dem Aussenbogen von N. nähernd, durchschneidet er diesen sehr spitzwinkelig und zieht unweit von ihm über das Lambda hinweg. 3 cm unterhalb des Lambda durchschneidet er zum dritten Male den Aussenbogen von N., wendet sich in starkem Bogen ab-vorwärts, durchschneidet 1 cm oberhalb des Opisthion von N. jetzt auch dessen Innenbogen und gelangt 1 cm vor dem Opisthion von N. an den Punkt seines eigenen Opisthion, um hier in den eigenen Innenbogen überzugehen.

Lambda von K. und N. fallen zusammen, nicht aber Bregma und Bregma. Das von K. liegt vielmehr 1 cm weiter hinten.

Folgen wir der Bahn, welche der *Innenbogen* von K. in seinem Zuge bis zum Typhlon beschreibt, so ist zuerst von dem Opisthion von K. zu bemerken, dass es ganz in der Ebene des Foramen occipitale magnum von N. liegt, 1 cm vor dem Opisthion von N. Anfänglich in der gleichen Entfernung vom Innenbogen von N. rück-aufwärts ziehend, nähert sich der Innenbogen am Confluens dem Innenbogen von N., durchschneidet ihn und bleibt eine kurze Strecke (bis zum Lambda) ausserhalb des Innenbogens von N. Am Lambda wieder einwärts durchschneidend, hält er sich bis in die supraorbitale Gegend einwärts des Innenbogens von N. Während des Verlaufes vom Lambda bis in die supraorbitale Gegend finden zwei grössere Entfernungen vom Innenbogen von N. statt; sie liegen im Gebiet der inneren frontalen und der inneren parietalen Wölbung.

Der Innenbogen K. entfernt sich von dem Innenbogen N. folglich in drei ausgedehnten Gebieten: im unteren occipitalen, im mittleren parietalen und im oberen frontalen.

In der Supraorbitalgegend endlich durchschneidet der Innenbogen von K. den von N. nach vorn und tritt zum Vorderrand des Typhlon.

Nur längs einer kleinen Stelle, vom Opisthion bis zum Hypo-Inion, befindet sich hiernach Innenbogen und Aussenbogen im Cavum cranii von N. Nur an zwei kleinen Stellen, unterhalb des Lambda, oberhalb des Typhlon, liegt der Innenbogen von K. jenseits des Innenbogens von N. Nur am Lambda und seiner Nachbarschaft, sowie in der supra-orbitalen Gegend liegt der Aussenbogen von K. jenseits des Aussenbogens von N. Am Lambda jedoch bleibt der Aussenbogen von K. dem von N. ganz nahe und läuft ihm eine Strecke weit ungefähr parallel. Ganz anders im supraorbitalen Gebiet. Hier entwickelt der Aussenbogen den mächtigen glabellaren Vorsprung und tritt darauf zum Nasion.

Man kann mit wenigen Worten das Verhalten beider Schädeltgewölbe zueinander auch so bezeichnen: Das Gewölbe von K., welches am vorderen Fusspunkt den Glabellarwulst erzeugt, wird an drei Stellen in das Cavum cranii von N. eingedrückt: an der frontalen und der

parietalen Wölbung, sowie im mittleren und unteren Occipitalgebiet. Hier geschieht die Eindrückung von unten-hinten, dort von vorn-oben und von hinten-oben. Das basale Gebiet bleibt fast ganz unverändert; vielmehr, die beiden basalen Gebiete decken sich einander.

Fast möchte man also behaupten, der Schädel von Kegel sei im Vergleiche mit dem der Norm nicht nur an einer Stelle abgeflacht, sondern an drei: frontal, parietal und occipital. Die occipitale Abflachung, die nach *oben* geht, muss im Oberschuppenteil notwendig eine so starke Umbiegung nach oben bewirken, wie sie in Wirklichkeit vorhanden ist. Doch es sind vor weiteren Erwägungen noch andere Einstellungen zu beachten.

2. Einstellung auf die Linie *Typhlon-Confluens* oder *Typhlon-Endo-Inion*.

Die vorige Einstellung war, wie bemerkt wurde, keine reine Einstellung auf die Nasion-Lambda-Linie, noch weniger eine solche auf die Nasion-Lambda-Punkte, denn das Nasion von K. wurde sowohl nach vorn geschoben als aufwärts gehoben. Es war vielmehr eine Einstellung auf das *Planum ethmoidale* (*pe*), auf den *Clivus* und auf das *Lambda*; doch erwies sich diese Einstellung als eine inhaltvolle.

Der eigentlichen Nasion-Lambda-Einstellung steht Figur 11 fast näher; hier fallen die Nasionpunkte beider Schädel zusammen, die Typhlonpunkte sind sehr benachbart, dagegen die Lambdapunkte um 5 mm voneinander entfernt; und zwar liegt das Lambda von K. 5 mm höher als das von N. Folglich ist auch diese keine reine Lambda-Nasion-Einstellung. Aber man kann sich den Erfolg leicht an der Figur vergegenwärtigen, indem man die Folgen einer Senkung von *l'* um 5 mm in Erwägung zieht. Der Stirnteil von K. wird ein wenig, der Parietalteil etwas mehr, am meisten der Occipitalteil sich senken. Das *Planum ethmoidale* von K. wird ebenfalls ein wenig tiefer zu liegen kommen und vom *Planum ethmoidale* von N., mit dem es jetzt zusammentrifft, sich trennen. Die beiden Clivi werden sich einander etwas nähern. Ein kleines Stück des Stirnbeins von K. wird folglich ganz im Cavum cranii liegen. Mehr vom Stirnbein und vom Scheitelbein von K. wird in das Cavum cranii hinabrücken, als jetzt der Fall ist. Weniger vom Parietale und Occipitale von K. wird das Gewölbe von

N. nach aussen dagegen überragen, als es jetzt geschieht. Mehr vom mittleren und besonders vom unteren Occipitalteil von K. wird aus dem Cavum cranii von N. herabrücken und sich auf die Unterschuppe von N. legen. Der Glabellarwulst von K. dagegen wird nur eine minimale Verschiebung erfahren. Schon jetzt überragt er die Glabella von N. nur in einem schmalen sichelförmigen Streifen; nur um eine Spur wird er schmaler werden. Man erkennt, der Glabellarwulst von K. tritt nur darum als ein so ansehnlicher und auffallender Vorsprung hervor, weil sich eine fliehende Stirn an ihn anschliesst. Die Einstellung nun, die in der Figur 11 vorliegt, ist die reine Nasion-Inion-Einstellung; mit ihr werden wir uns alsbald zu beschäftigen haben. Vorher aber ist der Reihe nach noch eine andere Einstellung zu beachten; das ist die *Typhlon-Confluens-Einstellung*.

Über die Wirkung dieser Einstellung, sei es nun, dass die Typhlonpunkte oder die Confluenspunkte beider Schädel aufeinander gepasst werden und die nicht aufeinander gepassten beiden Punkte nur in der gleichen Linie liegen, kann man sich an Figur 11 gleichfalls leicht orientieren. Denn die Typhlon-Confluens-Einstellung, obwohl sie eine mit Absicht gewählte *innere* Einstellung darstellt, steht der Nasion-Inion-Einstellung hier so nahe, dass sie eine besondere Auseinandersetzung gar nicht erfordert; wir wenden uns vielmehr gleich zu jener.

3. Einstellung auf die *Nasion-Inionlinie*. Tafelfigur 11.

Diese Einstellung muss schon deshalb den Blick auf sich ziehen, weil die Nasion-Inionlinie und die ihr entsprechende Würzburger Ebene der Hauptsache nach an der unteren Grenze des Grosshirns dahinziehen und dieses von den unteren oder hinteren Hirngebilden scheiden. Eine ähnliche Eigenschaft hat die Typhlon-Confluenslinie, von der schon die Rede war; sie zieht über jener in einer Entfernung von 7—16 mm dahin und steht zu ihr in einem hinten offenen Winkel von etwas über 3°. Die Typhlon-Confluenslinie streift zugleich den oberen Rand des Dorsum sellae oder bleibt doch in dessen Nähe. Sie ist ferner im Gegensatz zu den übrigen eine rein innere Linie; für gewisse Zwecke wird sie sich vielleicht künftig als brauchbar erweisen.

Was nun aber die Nasion-Inioneinstellung betrifft, so sei zuerst

das basale Gebiet der Schädel in seinem Verhalten zu ihr in Betrachtung gezogen.

Es ergibt sich hierbei, dass der Clivus von K. weit in das Cavum cranii inferius von N. nach hinten verschoben erscheint, am Dorsum sellae um 8 mm, am korrigierten Basion um 6 mm. Die korrigierten Basien beider Schädel liegen nach dem früheren (S. 48) da, wo der dickere Teil der Basis die Crista occipitalis anterior oder posterior aufnimmt.

Die Buchstaben *b* und *b'* bezeichnen dagegen die etwas tiefer und weiter hinten gelegenen freien Enden der beiden, eine Varietät bildenden Cristae occipitales.

Das Dorsum sellae von N. ragt infolge der Rückwärtslagerung des Clivus von K. in der Fossa sellae von K. steil aufwärts. Die vordere Wand der Fossa sellae von N. liegt aus dem gleichen Grund einige Millimeter vor der vorderen Wand der Fossa sellae von K.

Die Plana ethmoidalia beider Schädel fallen dagegen zusammen, die Typhla liegen benachbart, die Nasia sind unmittelbar aufeinander gepasst.

Wird die vorliegende Einstellung der Basen beider Schädel ihr wahres Lageverhältnis zueinander anzeigen? Muss das Nasion mit anderen Worten als der festere Punkt beider Schädel betrachtet werden, oder das Ehippion mit dem ganzen Clivus? Die vordere Basishälfte (*pe—e'*) von K. ist länger als derselbe Basisteil von N. Kann man sich vorstellen, dass bei dem Vorgang, welcher die fliehende Stirn usw. bei K. hervorbrachte, eher das nasale Gebiet der Basis ein Punctum fixum war, als das Sattelgebiet? War das Sattelgebiet das des grösseren Widerstandes, dann ist das vorliegende Lageverhältnis der beiden Sättel ein künstliches, ebenso ein künstliches das vorliegende Lageverhältnis der beiden Nasia. Es müsste dann der Clivus von K. dem Clivus von N. genähert, die beiden Nasia aber voneinander entfernt, d. h. das Nasion von K. mit allem, was dazu gehört, um etwa 8 mm vorwärts verschoben werden. Dann aber haben wir eine der Figur 10 sehr nahe kommende Lagerung beider Medianschnitte; denn in ihr fallen die Plana ethmoidalia und Clivuslinien zusammen. Schwer ist es natürlich, über den wahren Sachverhalt Sicherheit zu gewinnen; ich

überlasse es den Erwägungen des Lesers, sich für das eine oder das andere oder auch ein drittes zu entscheiden.

Wenden wir uns daher zu dem Verhältnis beider *Gewölbe*.

Die Glabella von K. liegt als ein schon oben erwähntes schmales, sichelförmiges Feld vor der Glabella von N. Ein schmaler Streifen der Innentafel von K. springt in derselben Gegend einwärts in das Cavum cranii von N. vor. Oberhalb jenes sichelförmigen Feldes zieht sich der Aussenbogen von K. weit in den Raum zurück, welcher von dem Aussen- und Innenbogen von N. eingefasst wird und daher interlinearer Raum genannt werden kann. So erreicht der Aussenbogen von K. in kurzer Strecke nahezu den Innenbogen von N.

Am Bregma von K. ist ein kleiner, infolge einer kleinen Sattelformbildung von N. spindelförmig gestalteter Streifen des Gewölbes von K. ausserhalb des Gewölbes von N. sichtbar.

Das Bregma von K. liegt 10 mm hinter dem Bregma von N.

Nun folgt eine Stelle völliger Kongruenz je beider Bogen, welche sich bis zur Mitte der Scheitelwölbung erstreckt. Dann weicht der Aussenbogen von K. nach aussen ab und bleibt in zunehmender Entfernung aussen liegen bis in die Gegend des Epi-Inion von N. In 12 mm Abstand von diesem durchschneidet jetzt der Aussenbogen von K. den von N. und dringt in ab-vorwärts gerichteter Krümmung gegen den Innenbogen von N., den er in der Gegend des Hypo-Inion von K., 23 mm oberhalb des Opisthion von N., durchschneidet. Von diesem Punkte an liegt der Aussenbogen von K. bis zur Erreichung seines Opisthion im Cavum cranii von N. Die beiden Opisthia sind 9 mm voneinander entfernt und zwar liegt das von K. fast senkrecht über dem von N., wenn die Nasion-Lambdalinie als bestimmende gelten würde. Bestimmt aber, wie es hier der Reihe nach geschah, die Nasion-Inionlinie, dann hat das Opisthion von K. gegen das von N. eine sehr schräge, vor-aufwärts, gegen das Bregma von N. gerichtete Lage.

Wenden wir uns zum *Innenbogen* von K., so liegt er auf eine Strecke von 64 mm und in ansehnlicher, bis 10 mm betragender Entfernung vom Innenbogen von N., im Cavum cranii von N. Dann, 22 mm oberhalb des Confluens von N., durchschneidet der Innenbogen von K. in starker, aufwärts gewendeter Krümmung den von N. und

erreicht den Aussenbogen von N. an dessen Lambda. Hier fällt der Innenbogen von K. in einer Strecke von 20 mm mit dem Aussenbogen von N. zusammen. Darauf entfernen sich beide Linien wieder voneinander, indem der Innenbogen von K. in schräg nach vorn-oben gerichteter Kurve den Innenbogen von N. erreicht und mit ihm gemeinsam gegen das Bregma von N. zieht. Dies ist die Strecke der Kongruenz beider Gewölbe, von etwa 4 cm Länge. Schon vor Erreichung des Bregma von N. entfernt sich jedoch der Innenbogen von K. nach innen und verbleibt bis zum Ende seiner Bahn, bis zum Typhlon, im Cavum cranii von N. Doch ist die Krümmung des Innenbogens von K. eine weit flachere als die von N. Infolgedessen ändert sich der Abstand beider Linien von 0 bis 8 mm. In der Nähe des Typhlon ist der Abstand 1 mm; 8 mm aber beträgt er im Gebiete der stärksten Krümmung des Stirnbeins von N.

4. Einstellung auf die *Nasion-Opisthionlinie*.

Diese Linie hat insofern eine gewisse Berechtigung, nicht übergangen zu werden, als sie das vordere Ende der Basis mit dem hinteren Rand jener torartigen Öffnung des Gewölbes verbindet, welche das Foramen occipitale magnum bildet. Diese Linie nähert sich jedoch so sehr bereits der wichtigeren äusseren Basallinie, dass ihr Einfluss auf die Lagebeziehungen der beiden Schädel hier nicht besonders verfolgt wird. Doch sei bemerkt, dass der opisthionwärts offene Winkel, in welchem sie zur äusseren Basallinie steht, einen Wert von 3° , bezw. 5° erreicht.

5. Einstellung auf die *äussere Basallinie*, ohne Basiskorrektur.

Die Linie, um die es sich hier handelt, ist in Figur mit $n b'$ bezeichnet und in ausgezogener Form dargestellt. Etwas höher zieht die gestrichelte Linie $n b''$ ihren Weg. Das ist die äussere Basallinie mit Basiskorrektur; d. h. die Crista occipitalis anterior des Schädels von Kegel ist als unterer Endpunkt der Basis vermieden und an ihre Stelle der Anfügungsort der Crista occipitalis an die normale Basisgegend gesetzt. Die äussere Basislinie mit Basiskorrektur steht zu jener ohne Korrektur in einem opisthionwärts offenen Winkel von $2-3^{\circ}$.

6. Einstellung auf die *äussere Basallinie*, mit Basiskorrektur. Fig. 12.

Diese Einstellung gehört zu den wichtigen, nicht sowohl deshalb,

weil bei ihr die Hauptmerkmale des Schädels von Kegel deutlicher hervortreten würden, sondern weil diese Linie als diejenige angesprochen werden muss, welche ihrer morphologischen Stellung nach als die das Neurocranium am meisten beherrschende sich auszeichnet. Die Nasion-Inionlinie ist, wie schon an früherer Stelle bemerkt wurde, da besonders am Platz, wo es sich wesentlich um Grosshirnverhältnisse handelt; die Basallinie aber da, wo es sich um das ganze Neurocranium, vielleicht auch um das Cranium totum handelt. Immer wird es gut sein, die *beiden* Linien vorzugsweise in Anwendung zu bringen, nicht eine allein, ohne die Mitwirkung der anderen.

Wendet man sich zu dem Einfluss, welchen die äussere Basallinie als Richtungslinie auf das Lageverhältnis der beiden Medianbogenpaare ausübt, so ist zuerst über die Basisgegend folgendes zu bemerken.

Der obere Teil des Clivus und das Dorsum sellae von K. ragen hinter dem Clivus von N. ansehnlich hervor. Das Ephippion (e') von Kegel liegt zugleich einige Millimeter tiefer als das von N. Am Basion (bb') sind beide Punkte aufeinander gepasst, ebenso am Nasion (nn').

Das Planum ethmoidale von K. liegt einige Millimeter tiefer als das von N., ebenso der Boden der Fossa sellae. Die Typhlonpunkte beider Schädel fallen beinahe zusammen.

Ist diese Einstellung nun die bessere, oder muss es richtiger erscheinen, den Clivus von K. in der Richtung der Basallinie vor-aufwärts zu verschieben? Vielleicht ist diese Verschiebung vorzuziehen. Dann kommt e' näher zu e , pe' zu pe , der jetzt nur minimal hervorragende Glabellarwulst wird ansehnlich; der untere Teil des Clivus von K. aber tritt weiter nach vorn. Abgesehen von diesem letzten Punkte würde das Bild jenem sehr ähnlich werden, welches zuerst in diesem Abschnitt beschrieben und in Fig. 10 wiedergegeben wurde.

Lassen wir es zweifelhaft, ob der Fig. 10 oder 12 der Vorzug zu geben sei, und wenden uns zu dem *Gewölbe* der Tafel 12.

Von dem Glabellarwulst von K. wurde schon bemerkt, er trete nur als kleine schmale Sichel an der Glabella von N. hervor; es ist die obenerwähnte *Hochfläche* der Glabella, die hier zum Vorschein kommt. Vom oberen Ende dieser Sichel an wendet sich der Aussenbogen von K. über das obere Ende des Sinus frontalis von N. hinweg

nach hinten und tritt 40 mm oberhalb des Typhlon von N. in dessen Cavum cranii ein. Der Innenbogen von K. befindet sich schon von Anfang an (bei *t*) in diesem Cavum und zieht dann auf-rückwärts tiefer in das Cavum hinein. 40 mm oberhalb des Typhlon von N. liegt jetzt das ganze Gewölbe von K. im Cavum cranii von N. und bleibt eine lange Strecke, in gerader Linie 11 cm lang, in diesem Cavum, im Stirngebiet von N. weiter entfernt, im vorderen Parietalgebiet dem Gewölbe von N. mehr oder weniger dicht angelagert. 6 cm hinter dem Bregma von N. beginnt das Gewölbe von K. wieder in das Gewölbe von N. zu treten; 9 cm vom Bregma von N. hat auch der Innenbogen von K. sich in das Gewölbe von N. zurückgezogen. Von dieser Stelle an bis zum Confluens von N. zieht der Innenbogen von K. in einer nach hinten konvexen Kurve im interlinearen Felde von N. abwärts, durchschneidet hier den Innenbogen von N. und verbleibt nunmehr in dessen Cavum cranii bis zum Ende.

Der Aussenbogen von K. hingegen tritt 33 mm oberhalb des Lambda von N. über dessen Aussenbogen hinaus, beschreibt um das Lambda von N. herum eine flache Kurve, mit welcher er am Epi-Inion von N. wieder in das interlineare Feld von N. eintritt, am Inion von N. vorüberzieht, mit seinem eigenen Inion und Hypo-Inion hierauf den Aussenbogen von N. überschreitet und am Endabschnitt mit diesem Bogen zusammenfällt. Das Endstück der Unterschuppe von K. ragt nahe 1 cm lang über das Opisthion von N. hinaus, fast ganz in der Richtung des Endstückes der Unterschuppe von N., und als dessen scheinbare Fortsetzung. —

Wohl wäre es möglich, noch andere, an verschiedenen Orten verschieden bevorzugte Einstellungsarten versuchsweise in Anwendung zu bringen. Aber es würde nach meiner Überzeugung ein Gewinn daraus nicht hervorgehen. Es gilt hier vielmehr, die Geduld des Lesers nicht über Gebühr in Anspruch zu nehmen. Dagegen gebe ich mich der Hoffnung hin, mit dem in diesem Abschnitt gebotenen Material den Leser immer mehr in die Geheimnisse des Schädels von Kegel eingeführt zu haben.

Statt neue Einstellungen vorzunehmen, sei es zum Schlusse dieses Abschnittes noch gewagt, an Stelle der Medianbogen beider Schädel

die bezüglichlichen *Schädelpolygone* von Fig. 15 ins Auge zu fassen, welche auf die äussere Basislinie orientiert sind. Nicht ohne Nutzen wird das geschehen; denn es findet dabei zwar eine teilweise Wiederholung, aber auch eine teilweise Zusammenfassung auf anscheinend ganz fremdartiger Unterlage statt.

Fig. 15 zeigt uns nämlich in ausgezogenen Linien und hellgelassenem Zwischenlinienraum die mediane Schnittfläche des Schädels der *Norm* in ein Endpolygon verwandelt; d. h. zwischen den Endpunkten der Gewölbeknochen und der Basis sind gerade Linien gezogen, sowohl äussere wie innere. Jene gehören dem äusseren, diese dem inneren Medianbogen des Schädels an. Auch der Schädel-Innenraum ist dadurch in ein Vieleck verwandelt worden.

Das äussere und innere Polygon des Schädels von *Kegel* ist zur leichteren Unterscheidung mit kurzgestrichelten Linien gezeichnet. Wo seine Grenzen über den Rahmen von N. hinausgehen, ist Schraffierung der überschreitenden Fläche in Anwendung gebracht.

Am Nasion, Typhlon und Basion fallen die beiden polygonalen Rahmen, der ausgezogene und der gestrichelte, zusammen; an allen andern Orten weichen sie auseinander.

Das frontale Rahmenstück von K. (*nbr'*, *tebr'*) weicht mit seinem oberen Ende nach hinten ab. Die Linie *nbr'* schliesst mit der Linie *nbr'* einen Winkel von 11° ein. Das Bregma von K. liegt von dem Bregma von N. 13 mm entfernt, hinter ihm und etwas tiefer. Das Parietalstück des Rahmens von K. zieht nun neben und teilweise hinter dem gleichnamigen Stücke von N. zum Lambda herab, in ziemlich paralleler Bahn mit ihm. Das Lambda von K. ist von dem Lambda von N. 7 mm entfernt und liegt, mit Bezug auf den Schädel, hinter ihm.

Der Rahmenteil von K., welcher der Oberschuppe entspricht (*l'*, *el'*; *i'e'*) kreuzt sich mit dem gleichnamigen von N.; dieser zieht nämlich von oben-vorn fast gerade abwärts; jener dagegen von oben-hinten nach unten-vorn. Das Inion von K. (*i'*) liegt daher *vor* dem Inion von N. (*i*); dieses liegt höher und weiter hinten; jenes tiefer und weiter vorn; *i'* ist von *i* 10 mm entfernt.

Jener zugespitzte Teil des Rahmens, welcher die Unterschuppe bedeutet, zieht bei K. und bei N. nach vorn-unten; ein ansehnlicher

Rahmenteil von K. liegt jedoch einwärts von N. und auf N. Die Spitzen beider Teile sind ganz frei: das Opisthion von K. aber (*o'*) liegt höher als das von N., und etwas vor- oder kopfwärts von ihm. An *o'* und *o* schliessen sich die das Foramen magnum bedeutenden Linien an, welche das Basion (*b*) erreichen. Von hier weichen die beiden gemeinsamen basalen Linien nach oben-vorn auseinander, um zum Nasion und Typhlon zu gelangen.

Deutlicher und leichter an den Polygonen als an den wirklichen Schädeln gelangt man zu dem für die richtige Beurteilung des Schädels von Kegel grundlegenden allgemeinen Ergebnis: Die Niederlegung der Stirn, die so auffallend zutage tritt, ist nicht nur eine örtliche Erscheinung an ihm geblieben, sondern sie hat auf das *ganze Schädelgewölbe*, vielleicht selbst auf die Basis verändernd eingewirkt. Möglicherweise aber hat man die hinter dem Stirnbein gelegenen Veränderungen nicht einfach als eine unmittelbare Folge der Niederlegung der *Stirn* zu beurteilen; sondern diese ist vielleicht als Teilerscheinung eines allgemeinen Vorgangs aufzufassen, welcher das ganze Gewölbe ergriffen und auch das Stirnbein, dieses am meisten, niedergelegt hat.

Immerhin wird die Niederlegung eines so grossen Gewölbestückes wie die Schuppe des Stirnbeins es ist, nicht ohne unmittelbare Rückwirkung auf das übrige Gewölbe bleiben können.

Man kann dies zu einem gewissen Grade an einem Drahtmodell nachahmen. Stellt man sich aus einem nicht allzudicken geglühten Eisendraht ein Gewölbe her, welches mit dem Medianbogen des Schädels der Norm ganz übereinstimmt; legt man sodann das Drahtgewölbe auf den Tisch, hält seine basalen Enden mit zwei Fingern der einen Hand fest, während die andere Hand die Stirngegend des Drahtmodells niederzulegen versucht, so werden sofort alle Teile des Gewölbes in Anspruch genommen. Die neue Form aber, welche durch den Druck auf die Stirn das Drahtmodell annimmt, ähnelt in hohem Grade dem Medianbogen des Schädels von Kegel. Aus dem Schädel der Norm ist der Schädel von Kegel geworden. Der hintere Fusspunkt des Gewölbes, die Gegend des Opisthion, sucht sogar aufzusteigen und steigt wirklich auf, wenn nur der festhaltende Finger das Gewölbe etwas weiter hinten, am Hypo-Inion, oder am Inion festhält. Dann erhält man den auf-

steigenden Teil der Unterschuppe, der uns in Fig. 10 und 11 entgegentritt. Lässt man mit dem Drucke nach, so geht wieder der Schädel der Norm hervor. Nun besteht freilich das Schädeldgewölbe nicht aus Draht, nicht ein äusserer Druck auf die Stirn, nicht eine Binde hat die Stirn des Schädels von Kegel niedergedrückt. Aber als Beispiel, dass selbst ein örtlicher Vorgang eine allgemeine Wirkung haben könne, mag der Versuch wohl gelten.

Die Niederlegung des Gewölbes hat noch eine andere wichtige Folge: *Raumverminderung*. Diese Folge tritt ein, auch ohne dass ein Gewölbestück eine Verkleinerung erfährt. Wie ein Quadrat, ein gerader Würfel, jenes an Flächeninhalt, dieser an körperlichem Inhalt verliert, wenn aus jenem ein Rhombus, aus diesem ein rhombischer Würfel gemacht wird, so verhält es sich auch hier, allerdings mit dem Unterschiede, dass dem Organismus ausgleichende Kräfte zu Gebot stehen.

Zur Berechnung von *Indexwerten* sind in Figur 15 auf die Richtungslinien *nl* und *tel* (Nasion-Lambda, Typhlon-Endolambda) vom Bregma und Endobregma aus Ordinaten gezogen. Maassangaben für Richtungslinien, Ordinaten und Abszissen sind beigelegt. Es ist daher leicht möglich, Indexwerte zu berechnen. In dem berechneten Höhenindex von K. und N. hat man dann zwei Maasse, welche bis zu einem gewissen Grade der Ausdruck des Wesens der beiden Hirnschädel sind.

Führt man die Rechnung für die äusseren Polygone von N. und K. durch, so ist der Ansatz für N. der folgende:

$$174 : 72 = 100 : x,$$

$$x = 41,3.$$

Für K. dagegen:

$$180 : 69 = 100 : x,$$

$$x = 38,3.$$

Die Längenhöhenindices 41,3 für N., 38,3 für K. stellen einfache Zahlensymbole der beiden Schädel dar.

IV. Die Neigung der Stirn.

Der Strassburger Anatom G. Schwalbe hat sich das Verdienst erworben, eine Reihe von Methoden ausfindig zu machen und bei Mensch und Tier anzuwenden, welche es ermöglichen, den Grad der Neigung

der Stirn weit genauer und zuverlässiger zu bestimmen, als es früher geschehen war.

Die von ihm benutzten Methoden sind die folgenden:

1. Die Messung des Stirnwinkels. Die eine Gerade zieht von der Glabella zum vorragendsten Punkt der Stirnwölbung, die andere von der Glabella zum Inion. Der von beiden eingeschlossene Winkel ist der Stirnwinkel.

2. Die Messung des Bregmawinkels. Die eine Gerade zieht von der Glabella zum Bregma, die andere von der Glabella zum Inion.

3. Messung der Lage des Bregma. Von dem Bregma wird eine Vertikale zur Nasion-Inionlinie gezogen. Der Abstand vom Nasion zum Schnittpunkt zeigt die Lage des Bregma an. Auf die Länge 100 für die Nasion-Inionlinie berechnet, ist dieser Abstand der Index der Bregmalage.

4. Messung des Bogens und der Sehne des Stirnbeins. Auf die Bogenlänge von 100 berechnet wird der Sehnenwert zum Krümmungsindex des Stirnbogens.

5. Messung des Krümmungswinkels nach Lissauers Vorschlag: Von den Endpunkten des Stirnbeinbogens werden Gerade zum vorragendsten Punkt der Wölbung gezogen; der von ihnen eingeschlossene Wölbungswinkel wird Krümmungswinkel genannt.

Die Methoden 4 und 5 sind oben am Schädel von Kegel und am Schädel der Norm bereits in Anwendung gebracht und beschrieben worden.

Hiernach hat das Stirnbein von K. einen Krümmungsindex von 92,7; das von N. einen Krümmungsindex von 89,1.

Das Stirnbein von K. hat einen (äusseren) Krümmungswinkel von 142° , das von N. einen solchen von 134° .

Beide Werte bezeichnen für das Stirnbein von K. eine Abflachung gegenüber dem Stirnbein von N.

Wie verhält es sich mit dem Ergebnis der übrigen drei Methoden an beiden Schädeln?

Der Stirnwinkel hat am Schädel von K. den Wert von 74° , an dem von N. aber 88° .

Der Bregmawinkel ist bei K. 58° , bei N. 62° .

Auch in diesen Zahlen spricht sich deutlich die Überlegenheit der Stirnwölbung von N. aus, wenn auch der Unterschied der beiden Bregmawinkel — 4° — sich als unerwartet klein herausstellt.

Wodurch, so musste die Frage lauten, konnte die überraschende Kleinheit dieses Unterschiedes veranlasst werden?

Die Antwort liegt nahe. Als eine der Linien, welche in den benützten Methoden eine grosse Rolle spielt, ist die Nasion-Inionlinie zu erkennen. Wie aber, wenn diese Linie bei der Niederlegung des Stirnbeins am Schädel von Kegel *ebenfalls* herabsinkt? Dann könnte das Stirnbein noch so sehr niedergelegt werden, die Nasion-Inionlinie aber machte den gleichen Weg mit und der von der Nasion-Bregmalinie und von der Nasion-Inionlinie begrenzte Winkel bliebe immer der gleiche. Und wenn die Nasion-Inionlinie nicht ebensoweit sich neigte, als die Nasion-Bregmalinie, sondern nur in geringerem Grade, so konnte doch nie ein richtiges Ergebnis erzielt werden!

Diese Erklärung erwies sich als die richtige. Die Nasion-Inionlinie wanderte im Schädel von Kegel bei der Depression seines Stirnbeins mit. Dass sie es tat, ist auch ganz begreiflich. Man braucht dabei nur an den Umstand zu denken, dass das Grosshirn, vorn beengt, nach hinten andrängen musste und nach unten. Ich will davon schweigen, dass der zuvor erwähnte Versuch mit dem *Drahtmodell* die gleichzeitige Niederlegung *beider* Linien, die geringere jedoch an der unteren Linie zeigt. Aber ein Blick auf die der Wirklichkeit entsprechende Fig. 15 lässt die Niederlegung der Nasion-Inionlinie ebenfalls wahrnehmen; und der Grad der Niederlegung kann hier gemessen werden. Während das Stirnbein von Kegel gegenüber dem Stirnbein des Schädels der Norm eine Neigung von 11° erfährt, sinkt die Nasion-Inionlinie gleichzeitig um 4° herab. So verhält es sich bei einer Einstellung beider Schädel auf die Basallinie. Eine Einstellung beider Schädel auf die Nasion-Inionlinie dagegen erzeugt Verhältnisse, wie sie an Figur 11 vorliegen.

Hiermit war Veranlassung gegeben, die Nasion-Inionlinie als Richtungslinie im vorliegenden Fall zu verwerfen und nachzusehen, welche Linien den grössten Ausschlag ergaben, d. h. den grössten Unterschied der Winkelbeträge an beiden Schädeln zeigten. Der Grösse des Unterschiedes nach folgen hier die einzelnen Versuche.

1. Nasion-Inionlinie, Nasion-Bregmalinie: $K. = 61^{\circ}$, $N. = 64^{\circ}$, Unterschied 3° .
2. Nasion-Lambda, Nasion-Bregma: $K. = 39^{\circ}$, $N. = 43^{\circ}$, Unterschied 4° .
3. Glabella-Inion, Glabella-Bregma: $K. = 58^{\circ}$, $N. = 62^{\circ}$, Unterschied 4° .
4. Typhlon-Ephippion, Typhlon-Endobregma: $K. = 60^{\circ}$, $N. = 64^{\circ}$, Unterschied 4° .
5. Glabella-Basion, Glabella-Bregma: $K. = 76^{\circ}$, $N. = 81^{\circ}$, Unterschied 5° .
6. Glabella-Lambda, Glabella-Bregma: $K. = 36^{\circ}$, $N. = 41^{\circ}$, Unterschied 5° .
7. Nasion-Basion, Nasion-Bregma: $K. = 76^{\circ}$, $N. = 81^{\circ}$, Unterschied 5° .
8. Typhlon-Basion, Typhlon-Endobregma: $K. = 85^{\circ}$, $N. = 91^{\circ}$, Unterschied 6° .
9. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Inion: $K. = 74^{\circ}$, $N. = 88^{\circ}$, Unterschied 14° .
10. Glabella-Stirnwölbung, Typhlon-Ephippion: $K. = 65^{\circ}$, $N. = 80^{\circ}$, Unterschied 15° .
11. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Lambda: $K. = 52^{\circ}$, $N. = 68^{\circ}$, Unterschied 16° .
12. Glabella-Stirnwölbung, Glabella-Basion: $K. = 91^{\circ}$, $N. = 107^{\circ}$, Unterschied 16° .
13. Glabella-Stirnwölbung, Nasion-Lambda: $K. = 44^{\circ}$, $N. = 62^{\circ}$, Unterschied 18° .
14. Glabella-Stirnwölbung, Nasion-Basion: $K. = 82^{\circ}$, $N. = 100^{\circ}$, Unterschied 18° .

Die Gegenüberstellung der Winkelbeträge von zwei Schädeln lässt naturgemäss noch kein entscheidendes Urteil zu und ist weit davon entfernt, allgemein gültige Regeln ableiten zu wollen; aber sie liefert doch bestimmte Hinweise, in welcher Richtung weitere Versuche anzustellen sein werden. Andererseits darf man auch nicht zu gering von dieser Gegenüberstellung denken. Denn der eine Schädel ist ein solcher mit fliehender Stirn und den weithin sich erstreckenden Begleiterscheinungen; der andere aber ist ein sehr wohlgeformter und trägt

in seinem ganzen Bau eine gewisse Vollkommenheit und Schönheit. Gerade der grosse Gegensatz, in welchem beide stehen, fällt zugunsten des Wertes der Gegenüberstellung aus.

Noch eine Reihe *anderer* Messungen wurde an beiden Schädeln ausgeführt.

Vom Bregma aus wurden Vertikale zu verschiedenen Linien an beiden Schädel-Zeichnungen gezogen, Gerade auch zu gewissen Punkten am Schädel selbst oder an seinen Zeichnungen. Diese Linien wurden dann gemessen und zeigen folgende Werte (s. Tafelfigur 7 und 9):

Linien: am Schädel von K. und N. Unterschied:

	mm lang	mm lang	mm
<i>gbr</i>	108	95	8
<i>nbr</i>	115	107	8
<i>tebr</i>	95	89	6
<i>debr</i>	95	89	6
<i>zbr</i>	87	84	3
<i>ybr</i>	99	96	3
<i>rebr</i>	81	80	1
<i>ubr</i>	59	62	3
<i>rbr</i>	70	72	2
<i>ebr</i>	90	88	2

Von allen hier gemessenen Linien zeigen die grössten Längenunterschiede hiernach die Glabella-Bregmalinie, die Nasion-Bregmalinie, die Typhlon-Endobregmalinie und die Vertikale vom Endobregma zur inneren Basallinie. In allen diesen ist der Schädel von K. im Übergewicht.

Die Linie *td* bei N. hat den Wert 0; d. h. die Vertikale vom Endobregma zur Basis interna fällt zusammen mit der Linie *tebr* (= Typhlon-Endobregma), deren Länge 89 mm beträgt:

Endlich seien folgende Indexberechnungen und Indexunterschiede zwischen beiden Schädeln der Beachtung empfohlen:

1. Die Linie *nx* (Abszisse der Bregma-Ordinate auf die äussere Basallinie) hat bei K. eine Länge von 30 mm; die Basislänge = 104 mm. Auf 100 mm Basislänge berechnet hat jene Abszisse die Länge 28,8; dies ist ihr Index.

Bei N. ist die Linie nx dagegen nur 17 mm lang; die Basis hat die Länge wie bei K. Ihr Index ist hiernach 16,3.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 13. Indexunterschied 12,5.

2. Die Linie td (Endobregma-Vertikale auf die innere Basislinie) ist bei K. = 10 mm, die innere Basislinie 93 mm lang; Index = 10,7.

Die Linie td bei N. ist 0 mm lang; Index = 0.

Längenunterschied der beiden td -Linien = 10 mm; Indexunterschied = 10,7.

3. Die Linie ny (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Nasion-Inionlinie) ist bei K. 58 mm, die Nasion-Inionlinie 173 mm lang. Index = 33,5.

Bei N. ist die Linie ny 48 mm, die Nasion-Inionlinie 180 mm lang. Index = 26,7.

Längenunterschied der Abszissen = 10; Indexunterschied = 6,8.

4. Die Linie tv (Abszisse der Endobregma-Vertikalen auf die Linie Typhlon-Confluens ist bei K. 49 mm, die Linie tc 143 mm lang. Index = 34,3.

Bei N. dagegen hat die Linie tv 38 mm, die Linie tc aber 151 mm Länge. Index = 25,2.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 11; Indexunterschied = 9,1.

5. Die Linie gz (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Linie Glabella-Inion) ist bei K. 58 mm lang, während die Glabella-Inionlinie eine Länge von 180 mm besitzt. Index = 32,2.

Bei N. hat die Linie gz 46 mm, die Glabella-Inionlinie aber 187 mm Länge. Index = 24,6.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 12; Indexunterschied = 7,6.

6. Die Linie nr (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Nasion-Lambdalinie) ist bei K. 92 mm, die Nasion-Lambdalinie 180 mm lang. Index = 54.

Bei N. hat die Abszisse nr die Länge von 80 mm, während die nl -Linie 173 mm lang ist. Index = 46,2.

Längenunterschied der beiden Abszissen = 8; Indexunterschied = 7,8.

7. Die Linie gu (Abszisse der Bregmavertikalen auf die Glabella-Lambdalinie) hat bei K. die Länge von 84 mm, während die Glabella-Lambdalinie 180 mm lang ist. Index = 46,6.

Bei N. ist die Linie gu 72 mm, die Glabella-Lambdalinie aber 173 mm lang. Index = 41,6.

Längenunterschied der beiden Abszissen $= 12$; Indexunterschied $= 5$.

Die grössten Indexunterschiede zeigen hiernach die Versuche 1, 2 und 4 mit Indexunterschieden von 12,5; 10,7; 9,1. Ihnen liegen folgende *Richtungslinien* zugrunde:

im 1. Versuch die äussere Basallinie, *nb*;

im 2. Versuch die innere Basallinie, *tb*;

im 4. Versuch die Linie Typhlon-Confluens;

im 6. Versuch würde sich jetzt die Nasion-Lambdalinie anschliessen.

Bei den vorhergeschilderten *Winkelmessungen* gaben folgende Versuche den grössten Ausschlag:

Versuch 13 und 14, mit je 18° Unterschied an beiden Schädeln;

Versuch 1 und 3, mit je 16° Unterschied an beiden Schädeln.

In dem Versuch 1 wurde die Glabella-Lambdalinie, im Versuch 3 die Glabella-Basionlinie, im Versuch 13 die Nasion-Lambdalinie, und im Versuch 14 die Nasion-Basionlinie zur unteren Richtungslinie gewählt.

Man erkennt hieraus, dass sowohl für die Winkelmessung als für die Abszissenmessung der *äusseren und inneren Basallinie* die Führung zukommt.

Merkwürdig genug spielt in beiderlei Messungen auch das Lambda eine bedeutende Rolle, obwohl es gerade am entgegengesetzten Punkte, hoch über *b*, seine Lage hat.

V. Versuche an Drahtmodellen.

Die hier mitzuteilenden Versuche sind solche über die Flüssigkeit der Form. Es sollte durch sie ermittelt werden, in welchen Grenzen es gelingen möchte, einfach durch Zug und Druck an gewissen Stellen, d. i. durch Entfernung zweier Punkte voneinander, oder durch Annäherung zweier Punkte aneinander, die Hauptformen des Schädels gewölbes künstlich hervorzubringen, eine morphologisch niedriger stehende Gewölbeform in eine höhere überzuführen, oder auch eine morphologisch höhere in eine niedriger stehende zurückzuverwandeln.

Würden derartige Versuche gelingen, so würden sie geeignet sein, nach mancher Seite hin Licht zu verbreiten. Sie würden vor allem auf den hohen Wert hinweisen, welcher den absoluten Maassen, gegenüber den nur relativen, unter allen Umständen zugerechnet werden

muss. Mit einem umfangreichen gutausgestatteten Urmaterial lassen sich bedeutende Gestalten erreichen. Nie wäre es möglich, mit engbemessenem Urmaterial etwas dem Ähnliches irgend hervorzubringen. Man nehme drei Würfel von gleicher Grösse und stelle sie in einer Ebene hintereinander auf. Nimmt man nun den hintersten Würfel und stellt ihn auf den vordersten, so hat sich zwar der Längenhöhenindex ausserordentlich geändert, der Rauminhalt ist aber der gleiche geblieben.

Versuche dieser Art mussten ferner zu der Prüfung führen, welches Verhältnis der *Raumform* des Gewölbes zu dem *kubischen Inhalt* zukomme, den es einzuschliessen vermag. Die Kugeloberfläche schliesst mehr Raum ein, als ein Ellipsoid von gleicher Oberfläche; der Kreis hat mehr Flächeninhalt, als eine Ellipse von gleichem Umfang. Lag etwa gar in diesen geometrischen Gesetzen eine stillwirkende Macht vor, welche als geometrische Auslese zu bezeichnen wäre? Grosse abgeplattete Ellipsoide nehmen viel Raum ein, kosten viel Material, haben ein grosses Gewicht, verschlingen also viel Kräfte.

Eine Kugel ist dem Ellipsoid gegenüber Materialersparnis, Verminderung an Gewicht, Freiwerden von Kräften. Unter den Schädeln und unter den Gehirnen gibt es sehr langgestreckte abgeplattete Ellipsoide; aber es gibt auch fast kugelförmige Schädel und Gehirne. Das Gehirn ist immer kürzer, breiter, höher, als der zugehörige Schädel. Das Gehirn aber ist ein noch kostbareres Material als der Schädel. Ist man nicht genötigt, vor allem für das Gehirn zu erwarten, dass es die *beste Raumform* einzunehmen suchen müsse, da es so für seine eigene und für die Ökonomie des ganzen Körpers am vorteilhaftesten ist?

Es scheint mir geboten zu sein, an diesem Platze der mathematischen Formeln zu gedenken, welche den Umfang, den Flächen- und den Körperinhalt des Kreises und der Ellipse ausdrücken.

Dem Kreisumfang gilt die Formel $u = 2r\pi$; dem Ellipsenumfang dagegen $u' = (a + b) \cdot \pi$, wobei a und b die grosse und kleine Halbachse bedeuten.

Die Kreisfläche hat die Gleichung $f = r^2 \cdot \pi$; die Ellipsenfläche aber $f' = ab \cdot \pi$.

Der Kugelinhalt hat die Gleichung $i = \frac{4}{3} r^3 \cdot \pi$; der Ellipsoideninhalt $i' = \frac{4}{3} abc \cdot \pi$.

Aus der Beurteilung dieser Formeln ergibt sich das, was für unsere Aufgabe erforderlich.

Betrachten wir das Verhältnis von Kugel- und Ellipsoidinhalt zuerst, so zeigt sich, dass der Inhalt beider Körper nur dann gleich ist, wenn abc , d. h. die verschiedenen Halbachsen des dreiaxigen Ellipsoides, der Grösse r^3 gleich sind. Wird eine Halbachse kleiner als r , oder gar deren zwei, so haben wir zwar ein Ellipsoid, aber dieses ist der Formel entsprechend notwendig kleiner als die Kugel.

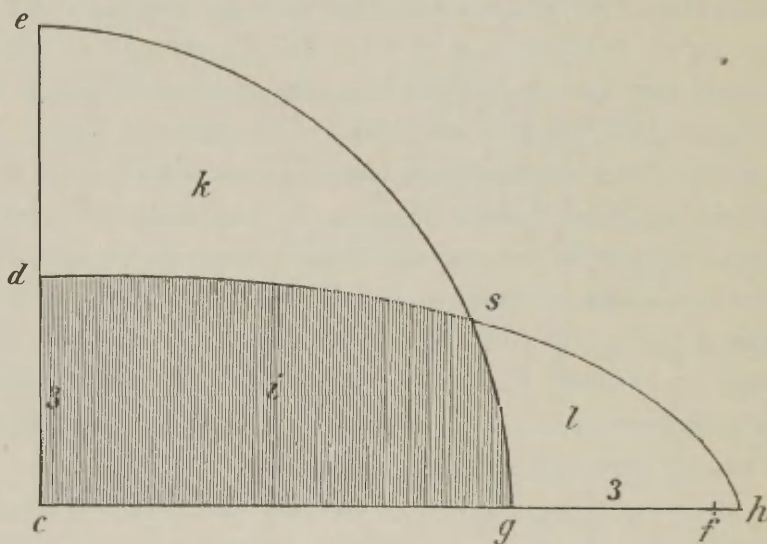


Fig. 16.

Quadrant einer Kreis- und einer Ellipsenfläche von gleich grossem Umfang. ce = Radius; cd kleine Halbachse; ch grosse Halbachse; f = Brennpunkt; c = Mittelpunkt; i = gemeinsame Fläche; k Ergänzungsstück zum Kreise; l = Ergänzungsstück zur Ellipse.

$$ce = r = 6$$

$$ch = a = 9$$

$$cd = b = 3$$

Wird aber eine Halbachse oder gar zwei Halbachsen grösser genommen als r , so ist der Körper ebenfalls keine Kugel mehr, aber es fehlt der zweiten oder den beiden Achsen alsdann etwas, um wieder $= r^3$ zu sein, d. h. eine Kugel bilden zu können. Folglich fehlt dem Ellipsoid immer etwas zu einer Kugel, woher denn auch sein Name stammt.

Wenden wir uns zum Verhältnis der Umfänge und Flächen, so sei für diese Betrachtung Figur 16 ins Auge gefasst, welche je einen

Quadranten einer Kreis- und einer Ellipsenfläche darstellt. Der Radius des Kreises hat den Wert der halben Summe der grossen und kleinen Achse der Ellipse. Dann sind, den Formeln $u = 2r\pi$ und $u' = (a+b)\pi$ gemäss die Umfänge des Kreises und der Ellipse einander gleich, ebenso die Bogen eg und dh einander an Länge gleich. Aber die Flächen beider Quadranten sind einander nicht gleich, sondern die Fläche des elliptischen Quadranten ist der Formel gemäss kleiner. Legt man die in der Fig. gegebenen bestimmten Zahlen ein, so steht im Kreis die Zahl 36 der Zahl 27 in der Ellipse gegenüber.

Die Fig. 16 zeigt deutlich das Verhältnis an. Die schraffierte Fläche i ist beiden Quadranten gemeinsam. Das die gemeinsame Fläche des Quadranten ergänzende Stück k ist aber offenbar grösser, als das Stück l , welches die Fläche i zum elliptischen Quadranten ergänzt.

Der Quadrant einer Ellipsenfläche, welcher dem Quadranten einer Kreisfläche an Fläche *gleich* sein soll, muss grösseren Achsen den Ursprung verdanken; denn $a \cdot b$ muss r^2 darin gleich sein.

Um nun an unsere Aufgabe anzuknüpfen, so ist Fig. 16 nicht allein das Bild eines Quadranten einer Kreis- und Ellipsenfläche, sondern auch der Hälfte von zwei Schädel-Medianschnitten. Der elliptische Quadrant bedeutet die hintere Hälfte des Medianschnittes des Neandertaler Schädels, der kreisförmige dagegen die Hälfte des Medianschnittes des Schädels der Norm.

Die Form des Neandertaler Schädels ist hiernach eine im geometrischen Sinn ungünstige. Es bleibt zu erwägen, ob nicht die mehr kugelige Form des gegenwärtigen Schädels zum Teil gerade dadurch hervorgerufen worden ist, dass sie sich den Raumgesetzen besser angepasst hat.

Somit kann jetzt das Interesse des Lesers den folgenden Versuchen zugewendet werden.

1. Der Schädel vom Neandertal und der von Kegel.

Die nächste Veranlassung zu diesem Versuch ist bereits oben erwähnt worden. Es war beabsichtigt, in Erfahrung zu bringen, wie ein Drahtmodell, welches den äusseren Medianbogen eines schön geformten Schädeldgewölbes möglichst genau nachahmte, gegen einen auf die Stirn-

gehend ausgeübten Druck reagieren würde, wenn die beiden Gewölben festgehalten waren, sei es nun, dass der Drahtbogen auf einer Ebene lag oder in vertikale Stellung gebracht wurde. Der Versuch gelang; der Schädel der Norm war in einen Schädel von Kegel in befriedigender Weise übergeführt worden. Nicht der ganze Schädel freilich, sondern nur sein äusserer Medianbogen.

Wenn dies möglich war, so lag kein Hindernis vor, etwas weiter zu gehen. Es konnte dann auch vielleicht gelingen, den Schädel von Kegel, oder selbst den der Norm, in einen *Neandertaler* Umriss überzuführen, oder umgekehrt einen Neandertaler Schädel in einen solchen der Norm.

Als Draht diene geglühter Eisendraht von 1,5 mm Durchmesser. Er lässt sich leicht in die gewünschten Formen bringen, wenn man dazu die erforderlichen Werkzeuge benützt, und behält dabei genügende Elastizität, die ihn nach dem Versuch ohne grossen Rückstand wieder in die Ausgangsform zurückkehren lässt, wenn der ausgeübte Druck oder der ausgeübte Zug nachgelassen hat.

Ausser dem Draht sind Zeichnungen der Medianbogen jener Schädel erforderlich, auf welche der Versuch angewendet werden soll, also z. B. des Schädels von Kegel, vom Neandertal usw.

Die benutzten Drahtmodelle sind alle so geformt worden, dass die Aussenlinie des Drahtes mit der Linie der Zeichnung des Medianbogens der Schädel zusammenfiel.

a) Vorwärtsbewegung. Fig. 16.

Das Papier, welches die Zeichnung des Medianbogens des Schädels von Kegel enthält, wird auf einem Tische ausgebreitet und das Drahtmodell des Neandertaler Schädels zu dieser Zeichnung in Beziehung gebracht.

Die beiden Nasionpunkte, der des Drahtmodells und der Zeichnung, werden aufeinander gepasst, der Inionpunkt des Drahtmodells, welcher weit hinter dem Inionpunkt der Zeichnung liegt (um 27 mm), gegen den Inionpunkt der Zeichnung vorgeschoben und hier festgehalten. Das Drahtmodell hat sich emporgewölbt und dem auf dem Papier aufgezeichneten Umriss des Schädels von Kegel erheblich genähert, um es teils zu erreichen (im Stirngebiet), teils hinter ihm zurückzubleiben.

Nun wird der Umriss des Drahtbogens mit Bleistift auf dem Papier fixiert und der Versuch ist beendet. Das Drahtmodell nimmt wieder die Neandertaler Form an und ist zu weiteren Versuchen verwendbar.

Auf Figur 16 ist in dem mit starker Linie ausgeführten Bogen der Medianumriss des Neandertaler Schädels wiedergegeben, dessen Stelle im *Versuch* vom Drahtmodell eingenommen wird. Der Pfeil zeigt die Richtung an, in welcher das Inion (*i*) des Modells sich nach vorn bewegen wird, um *i'*, das Inion des Schädels von Kegel zu erreichen.

Der mediane Umriss des Schädels von Kegel ist mit gestrichelter Linie aufgetragen. Die feine Linie *N'* zeigt die neue Form an, welche das Neandertaler Drahtmodell bei Anpassung der Nasion- und Inionpunkte auf den Schädel von Kegel angenommen hat. Sie ist mit der Bleifeder durch Nachfahren fixiert worden.

Aus dem Angegebenen erklärt sich der Ausdruck Vorwärtsbewegung. Wenn das Drahtmodell des Schädels von Kegel sich den Endpunkten des Neandertaler Gewölbes anzupassen haben wird, findet Rückwärtsbewegung statt; die Richtung des Pfeiles geht dann nach hinten, wie hier nach vorn.

Wer es nicht genauer wüsste, würde in dem Bogen *N'* sehr wohl einen Schädel von Kegel erblicken können, dessen Scheitel- und Hinterhauptgegend abgeflacht wäre, obwohl in Wirklichkeit ein Neandertaler Gewölbe vorliegt, welches sich zu dem von Kegel zu erheben versuchte, ohne es ganz zu erreichen.

Diese Umformung ist nur möglich geworden durch den Umstand, dass der Schädel von Neandertal eine grössere absolute Länge besitzt, als der von Kegel; der Längenunterschied beider Nasion-Inionlinien ist 27 mm. Nur mit einem umfangreichen Urmaterial lässt sich eine Umformung dieser Art erreichen.

Verfolgen wir den sekundären Neandertalbogen *N'* etwas genauer, so erhebt er sich vom Inion (*i'*) zuerst steil nach oben, kreuzt das Epi-Inion (*ei*) von Kegel und zieht in weitem Bogen und in ansehnlichem Abstand vom Umriss des Schädels von Kegel gegen dessen Stirnlinie hin, die er 3 cm vor dem Bregma (*br*) fast erreicht. Nahe ihrem Innenrande dahinziehend, gelangt er zur Supraorbitallinie von *K*, durchschneidet sie und findet in vorwärts konvexem Bogen am Nasion sein Ende.

Um den schraffierten Raum *v* ist der sekundäre Bogen des Neandertalers hinter dem Umriss des Schädels von Kegel zurückgeblieben. Dieser Raum ist jedoch nicht einfach als dem Cavum cranii angehörig zu deuten, denn die Umrisslinien sind sämtlich äussere, nicht innere, welche erst gezogen werden müssten. Da jene beiden Linien *äussere* sind, so wird der Raum zwischen beiden *inneren* Linien sich etwas verkleinern, immer aber noch beträchtlich sein, so dass man, allein von diesen Umrisslinien ausgehend, ein Recht haben würde zu behaupten, das Cavum cranii des Neandertalers stehe dem des Schädels von K. ansehnlich nach. Doch ist zu beachten, dass der Schädel des Neandertalers den von Kegel um etwa 10 mm an Breite übertrifft.

Die Gewölbehöhe des Neandertaler Schädels beträgt 88 mm; sie hat im Versuch 98 mm erreicht, also um 10 mm zugenommen; aber sie ist hinter der Höhe des Schädels von Kegel um 12 mm zurückgeblieben; zugleich hat sich bei dieser Umwandlung der Kulminationspunkt des Gewölbes von hinten nach vorn um 19 mm verschoben; 6 mm über den Schädel von K. noch hinaus nach vorn (s. Figur 16).

Nimmt man den Innenraum des Schädels bis zur Würzburger Ebene hin, also mit Wegfall des unteren Schädelraumes, als ein horizontal halbiertes dreiaxsiges Ellipsoid, so berechnet sich der oberhalb jener Ebene gelegene obere Schädelraum von *Kegel* unter Zugrundelegung der Halbachsen 82, 68, 90, auf 1050 ccm.

In der unmittelbaren Volummessung der Schädelhöhle von Kegel hat diese als Ganzes, unter Mitmessung des unteren Raumes, einen Inhalt von 1320 ccm. Für den unteren Raum würden nach diesen Bestimmungen etwa 300 ccm verbleiben. Unmittelbar gemessen hat der untere Schädelraum von K. einen Inhalt von 175—180 ccm.

Berechnet man unter den gleichen Voraussetzungen und unter Einstellung der Annäherungswerte für die inneren Halbachsen 88, 70, 80, das Volum des *Neandertaler* Schädels, so erhält man als Volum des *oberen* Hirnraumes den Betrag von 1031 ccm. Ich halte diesen Wert für richtiger, als den gewöhnlich für den *ganzen* Innenraum angenommenen.

b) Rückwärtsbewegung. Fig. 17.

Auf dem Tisch liegt ein Blatt Papier mit der Zeichnung der

Mediankurve des Schädels vom Neandertal und seiner Nasion-Inionlinie. Das Drahtmodell der Mediankurve des Schädels von Kegel wird zunächst mit dem Nasionpunkte dem Nasion der Zeichnung angepasst. Das Inion des Drahtmodells aber wird langsam nach hinten gezogen, bis es das Inion der Zeichnung erreicht hat. Beide Punkte, der vordere und der hintere, werden festgehalten und der veränderte Bogen des Drahtmodells mit Zeichenstift auf dem Papiere fixiert, auf welchem auch, in starker Linie, der Medianbogen des Schädels von Kegel als Ausgangslinie aufgezeichnet ist. Hierauf wird das Drahtmodell entfernt.

Wie Figur 17 zeigt, ist mit dieser Ausspannung des Schädelbogens von Kegel dessen sekundäre, veränderte Umrisslinie der des Neandertalers so ähnlich geworden, dass jedermann in ihr den Medianbogen eines Schädels der Neandertalgruppe erkennen wird.

Die Richtung des Pfeils gibt an, wohin das Inion des Drahtmodells (starke Linie) gezogen werden soll.

Untersucht man auf Figur 17 den sekundären Bogen von Kegel (K') genauer auf seiner Bahn nach dem neuerworbenen, entfernteren Inion (i'), so bemerken wir in der Nasiongegend besser als auf der vorhergehenden Tafel, dass der *unveränderte* Anfangsteil des Kegerler Bogens, seine Glabella, weiter nach vorn vorspringt, als die Glabella von Neandertal. Die sekundäre Glabella von Kegel (zwischen der starken und der gestrichelten Linie gelegen) hält zwischen beiden Vorsprüngen die Mitte ein, liegt also immer noch nicht so tief, wie die Glabella des wirklichen Neandertalers. Das Vorragen seines mächtigen Glabellarwulstes ist hiernach vor allem bedingt durch die fliehende Linie der Stirn.

Die Stirngegend des sekundären Bogens von Kegel (K') hat sich noch mehr abgeflacht und ist der Neandertaler Stirnform sehr ähnlich geworden.

An der Glabella nur 3 mm von dem Bogen von Neandertal entfernt, gewinnt die Linie K' allmählich einen grösseren Abstand, welcher in der Gegend des Bregma mit 12 mm sein Maximum erlangt, gegen das Lambda hin ein wenig kleiner wird, am Lambda noch einmal leicht anschwillt, um sodann in rascher Wendung nach unten zu 0 zu werden, ja in der zwischen Epi-Inion und Inion gelegenen Gegend in das

Gegenteil umzuschlagen. Die Linie K' schneidet also oberhalb des Epi-Inion in die Neandertallinie ein und zieht von hier fast senkrecht zum neuen Inion i' .

Der Raum, welcher zwischen der sekundären Linie von Kegel (K') und der Oberfläche des Neandertaler Schädels übrig bleibt, ist auf Figur 17 schraffiert dargestellt, hat die Form einer langgestreckten schmalen Sichel, die vorn noch eine kleine Nebensichel trägt. Der Raum erstreckt sich nahezu über die ganze Oberfläche des Gewölbes und hört erst einige 20 mm oberhalb des neuen Inion auf, wo ein kleines Segment der Neandertaler Kurve abgeschnitten wird.

Der Raum hat eine annähernde Ähnlichkeit mit dem entsprechenden Raum der vorigen Tafel, doch ist dieser notwendigerweise kürzer und stärker gewölbt; sein Stirnteil ist auch weit schmaler.

2. Die Schädel der Norm¹⁾ und vom Neandertal.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 18.

Auf ein Blatt Papier ist mit starker Linie die Mediankurve des Schädels vom Neandertal, mit gestrichelter Linie der Medianumriss des Schädels der Norm nebst der Nasion-Inionlinie als Richtungslinie aufgetragen. Unterschied in den Längen der Nasion-Inionlinie = 20 mm.

Das Drahtmodell der Mediankurve des Neandertalers wird jetzt zur Hand genommen, der Nasionpunkt des Drahtmodells auf das Nasion der auf dem Tische liegenden Zeichnung gepasst und festgehalten. Darauf wird der Inionpunkt des Modelles gefasst und langsam nach vorn geschoben, bis der Inionpunkt des Schädels der Norm erreicht ist. Er wird gleichfalls festgehalten und der neue Umriss des Drahtmodells mit der Feder nachgefahren; dann ist der Versuch beendet.

Wie verhält sich die aufgetragene neue oder sekundäre Bahn des Drahtmodells zum Medianbogen der Norm?

Vom neuen Inion (i') bis nahe zum Lambda fallen beide Bahnen zusammen, die sekundäre Bahn des Neandertalers hat ganz die Form des Hinterhauptes des Schädels der Norm angenommen. Von hier an aber weichen beide Bahnen, anfangs nur minimal, dann allmählich mehr

¹⁾ Schädel der Norm bedeutet hier wie früher einfach einen normalen Schädel im Gegensatz zum Schädel von Kegel.

auseinander und bleiben getrennt bis an die Glabella hin; 22 mm oberhalb des Nasion findet die Vereinigung statt. Auf der Scheitelhöhe des Schädels der Norm ist der Abstand, mit 11,5 mm, am grössten, vermindert sich darauf am Bregma, wo der Bogen des Schädels der Norm eine leise angedeutete Sattelbildung besitzt, bis auf 8 mm und schwillt vor dem Bregma neuerdings langsam auf 10 mm an. Erst in der Supraorbitalgegend nähert sich der neue Bogen rasch dem Bogen der Norm und verbindet sich dann mit ihm.

Dass das starke Hervortreten des Glabellarwulstes wesentlich eine negative Erscheinung darstellt, d. h. durch das Zurücktreten der Fossa supraglabellaris und der Stirnwölbung bedingt wird, zeigt sich überaus deutlich. Denn die Glabella des Schädels der Norm macht ihren vorn konvexen, *vor* der Glabella des Neandertalers liegenden Bogen aufwärts in allmählich zunehmender Entfernung von dieser. Nach Ausbildung einer nur schwach angedeuteten und kurzen Fossa supraglabellaris beginnt darauf der steil aufwärts ziehende Bogen der Stirnwölbung, während die Kurve des Neandertalers immer mehr zurücktritt. Selbst die sekundäre Glabella des Neandertalers, die dem Bogen *N'* angehört, tritt nach vorn nicht über die Grenze der Glabella der Norm hinaus, sondern schmiegt sich nur dicht an sie an.

Der zwischen dem sekundären Bogen des Neandertalers und dem Umriss des Schädels der Norm übrig bleibende Raum *v* ist sichelförmig, stark gewölbt, mit vorderer kurzer, hinterer langgezogener Spitze versehen.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 19.

Die auf dem Tische liegende Zeichnung enthält den in starker Linie dargestellten Medianbogen des Schädels der Norm, in gestrichelter Linie den Medianbogen des Neandertalers und die den beiden Schädeln angehörige Nasion-Inionlinie.

Nunmehr wird das Drahtmodell der Mediankurve des Schädels der Norm aufgelegt, das Nasion des Modells auf das Nasion der Zeichnung gepasst und hier festgehalten. Das Inion des Modells wird hierauf nach hinten zum Inion der Neandertaler Kurve gezogen, gleichfalls festgehalten und der neue Medianbogen des Schädels der Norm mit der Feder aufgetragen. Dann wird das Modell zurückgelegt.

Der neue Bogen *No'*, welcher durch Vergrösserung der Richtungslinie *ni* auf *ni'* zu stande gekommen ist, nimmt folgenden Weg. Er trennt sich oberhalb der Glabella von dem alten Bogen, indem er eine geringere Stirnwölbung beschreibt und sich dadurch dem Neandertaler Bogen etwas nähert. Diese Annäherung beträgt jedoch nicht mehr, als durchschnittlich 5 mm. Nur auf der Scheitelhöhe steigt sie auf 6,5 mm. Bald darauf durchschneidet der neue Bogen den alten und nimmt seinen Weg zum neuen Inion (*i'*). Vom mittleren Stirngebiet bis zur Durchschneidungsstelle ist der Abstand vom Neandertaler Bogen ein grosser, mit einem mittleren Wert von 11 mm, welcher sich an der Scheitelwölbung auf 12 mm erhöht. Weiter hinten und unten vermindert sich der Abstand immer mehr, sinkt unterhalb des Lambda auf 0 und schlägt bald darauf in kurzer Strecke in sein Gegenteil um; d. h. der neue Bogen durchschneidet den Neandertaler Bogen nach innen und gelangt auf diesem Wege an das neue Inion *i'*.

Der leer gebliebene Raum zwischen dem neuen und dem Neandertaler Bogen ist hiernach von ansehnlicher Grösse und hat seine Hauptausdehnung im Stirn- und oberen Scheitelgebiet; vorn unten spitzt er sich rasch, hinten unten ganz allmählich zu, bis er seinen Gegensatz erreicht, der auf Kosten des Neandertalers geschieht, aber nur sehr klein bleibt.

Die Vertikale von der Scheitelhöhe des Schädels der Norm zur Richtungslinie hat die Länge von 106 mm; die des Neandertaler Gewölbes 88 mm; die des neuen Bogens im vorhergehenden Versuch 96 mm; die des neuen Bogens in diesem Versuch 100 mm. Dort liegen die 3 Vertikalen weiter auseinander, hier haben sie sich genähert; immer aber bleibt die Vertikale des Neandertaler Bogens am weitesten hinten liegen; d. h. sein höchster Punkt befindet sich am weitesten hinten. Im vorhergehenden Versuch tritt die Vertikale des neuen Bogens 6 mm *vor* die Vertikale des Schädels der Norm; im gegenwärtigen Versuch dagegen hat sie ihren Stand 5 mm *hinter* ihr und hat sich also der des Neandertaler Bogens beträchtlich genähert.

3. Schädel eines Elsässer Weibes¹⁾ und des Neandertalers.

Die Inionlinie des Schädels des Elsässer Weibes hat eine Länge

¹⁾ Die Profilkurven dieses Schädels, des kindlichen Schädels des folgenden Versuches und des Schädels des Neu-Irländers sind mit Absicht gewählte Kopien

von 160 mm, die des Neandertalers hingegen 200, ist also um 40 mm länger. Die Aussicht auf eine grosse Annäherung der beiden Schädelgewölbe ist daher eine begründete. Der Versuch entspricht denn auch der Erwartung.

a) *Vorwärtsbewegung.* Figur 20.

Die Zeichnung des Medianbogens des Schädels des Elsässer Weibes wird auf dem Tisch ausgebreitet. Der Medianbogen des Neandertaler Schädels ist eingetragen, ebenso die Richtungslinie.

Das Drahtmodell des Neandertalers wird mit seinem Nasion dem gleichen Punkte der Zeichnung angepasst und hier festgehalten. Der Inionpunkt des Modells wird zu dem Inionpunkt des Weibes vorwärts bewegt, ebenfalls festgehalten und die Bahn des neuen Bogens eingezeichnet.

Der neue Bogen zeichnet sich gegenüber den beiden früheren Versuchen dadurch aus, dass er die Höhe des weiblichen Gewölbes nicht allein erreicht, sondern um ein Weniges noch überragt. Die Neandertaler Gewölbeform ist jetzt fast ganz in die eines gegenwärtig Lebenden übergeführt. Doch besteht im Stirngebiet immer noch ein beträchtlicher Unterschied.

In der Occipitalgegend steigt der neue Bogen etwa 20 mm lang gemeinsam mit dem weiblichen Gewölbe auf. Dann folgt eine Strecke von 50 mm, in welcher der neue Bogen sich ein wenig, im Maximum 5 mm, von dem weiblichen Gewölbe einwärts zurückzieht; gleich darauf schneidet der neue Bogen das weibliche Gewölbe und zieht an seinem äusseren Rande eine lange Strecke dahin, um hinter dem Bregma einen maximalen Abstand von 5 mm zu erreichen. Jetzt aber, 12 mm vor dem Bregma, zieht sich der neue Bogen unter spitzwinkliger Schneidung hinter das weibliche Gewölbe zurück und bleibt hinter ihm liegen bis zum Nasion, wo die Vereinigung erfolgt. An der Stelle der stärksten Stirnwölbung des Weibes ist der Abstand sehr beträchtlich und gewinnt den Wert von 13 mm. Diese Stelle liegt der Fossa supraglabellaris des neuen Bogens gegenüber; aufwärts und besonders abwärts vermindert sich der Abstand rasch.

Schwalbescher Figuren in seinen Studien an *Pithekanthropus erectus*. Ebenso ist der Medianbogen des Neandertaler Schädels Kopie nach Schwalbe.

Um den Betrag der schraffierten Flächen der Zeichnung, einer grossen frontalen und einer kleinen occipitalen (v und v'), ist hiernach der neue Bogen hinter dem weiblichen Gewölbe zurückgeblieben. Um einen sehr kleinen Betrag hingegen, in der Umgebung des Bregma, die eine flache Sattelbildung des weiblichen Gewölbes zeigt, ist er über dieses hinausgelaufen.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 21.

So vielleicht, wie es sich auf Figur 21 darstellt, möchte das Weib des Neandertalers, von welchem bisher keinerlei Kunde vorliegt, hinsichtlich seines Schädelgewölbes ausgesehen haben, mit der erforderlichen Verkleinerung der Ausdehnungen, die dem Weibe zukommt.

Bei der Ausführung des Versuches wurde verfahren wie früher. Das Nasion des Drahtmodells des weiblichen Gewölbes wurde auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells gegen das Inion des Neandertalers hingezogen und die neue Kurve mit der Feder eingetragen.

Der neue Bogen bleibt an vier Stellen dem Medianbogen des Neandertalers überlegen: mit einem ansehnlichen Betrage im Stirngebiet, mit drei kleinen Beträgen im Hinterhauptgebiet. Die frontale Lücke, welche zwischen dem neuen Bogen und dem Gewölbe des Neandertalers übrig bleibt, erstreckt sich vom Nasion bis in die Nähe des Bregma und erreicht in der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertalers das Maximum mit 12 mm. Die drei occipitalen Lücken fallen gegenüber der frontalen nicht ins Gewicht; sie werden überdies aufgehoben durch einen kleinen Überbetrag, welcher im parietalen Gebiet dem Neandertaler Gewölbe zufällt.

Durch die Annäherung und Entfernung der Endpunkte der beiden Drahtgewölbe erfahren die Vertikalen ihrer Scheitelpunkte zu der Richtungslinie folgende Veränderung.

Die Höhe des weiblichen Gewölbes beträgt 109 mm, die des Neandertalers 88 mm; die Höhe des neuen Bogens im vorigen Versuch übertrifft die des weiblichen Gewölbes um 1 mm. Diese Vertikale liegt am meisten vorn, am weitesten hinten die des Neandertalers, zwischen ihnen, der ersten benachbart, die des weiblichen Gewölbes.

Im zweiten Versuch fällt die Vertikale des neuen Bogens mit der des Neandertalers zusammen und hat wie sie den Wert von 88 mm. Würde die Rücksichtnahme auf die Breitenverhältnisse der beiderlei Schädel nicht hindern, so würde es möglich sein, von dem Schädel des Elsässer Weibes aus nunmehr einen Rückschluss zu machen auf das *Volumen der Schädelhöhle* des Neandertalers, wobei immer auch der Unterschied der Innengewölbe von den Aussengewölben in Rechnung kommen müsste.

4. Männliches Kind von 6 Jahren und der Neandertaler Schädel.

In diesem Versuch war eine Ähnlichkeit zu erwarten mit dem Ergebnis des vorhergehenden, am weiblichen Schädel gemachten. Der Unterschied der Längen der Nasion-Inionlinie des Kindes und des Neandertalers beträgt 58 mm.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 22.

Die Zeichnung der Mediankurve des kindlichen Schädels wird auf dem Tisch ausgebreitet. Sie enthält auch den Medianbogen des Neandertaler Schädels und die Richtungslinie. Das Drahtmodell des Neandertalers wird an seinem Nasion dem gleichen Punkt der Zeichnung angepasst, das Inion des Modells zu dem Inion des Kindes nach vorn geschoben und festgehalten. Eine Feder zeichnet den neuen Bogen auf, der in Figur 22 mit *N'* kenntlich gemacht ist.

Der neue Bogen fällt vom neuen Inion (*i'*) an im ganzen occipitalen und parietalen Gebiet mit dem kindlichen Medianbogen zusammen; nur ein kleines Stück in der Nähe des Bregma zeigt den Beginn der frontalen Abweichungen. Von hier an nämlich zieht sich der neue Bogen vom kindlichen Gewölbe zurück und bleibt von ihm getrennt bis in die Nähe des Nasion. Wie in den früheren Versuchen wird auch hier die Fossa supraglabellaris des Neandertalers nicht ganz zum Verschwinden gebracht; der neue Bogen zeigt sie deutlich, wenn auch in verminderter Tiefe und Länge. Gerade in dieser Gegend ist der Abstand des neuen Bogens vom kindlichen Gewölbe begreiflicherweise am grössten und beträgt 14 mm; ab- und aufwärts vermindert sich der Abstand allmählich, rascher abwärts.

b) Rückwärtsbewegung. Figur 23.

Wie im vorigen Versuch das Drahtmodell des Neandertaler Schädels in die kindliche Form gebracht wurde und sie auch mit Ausnahme des frontalen Bezirks erreichte, so fällt hier dem kindlichen Umriss die Aufgabe zu, sich der Nasion-Inionlänge des Neandertalers anzupassen.

Das Nasion des Drahtmodells des kindlichen Gewölbes wird daher auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells gegen das neue Inion (*i'*) hinbewegt und das neue Gewölbe mit der Feder fixiert.

Das neue Gewölbe hat nunmehr die Höhe des Neandertalers. Occipitaler und parietaler Teil fallen fast ganz zusammen. Oberhalb des Inion bleibt ein schmaler Streifen des Neandertalers im Übergewicht. Im frontalen Teil dagegen überwiegt bedeutend das neue Gewölbe, ähnlich wie es am weiblichen Gewölbe der Fall war. In der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertalers ist der Abstand beider Gewölbe am grössten, mit 16 mm; auf- und abwärts vermindert er sich, rascher abwärts.

Im vorigen Versuch erreicht die Vertikale vom Scheitel des Neandertaler Gewölbes zur Richtungslinie, mit 88 mm Länge, durch die Hebung des Gewölbes eine Verlängerung um 18 mm; denn die Vertikale des kindlichen Gewölbes zur Richtungslinie und ebenso die Vertikale des neuen Gewölbes hat die Länge von 106 mm. Im gegenwärtigen Versuch, bei der Anpassung des kindlichen Gewölbes an die Nasion-Inionlänge des Neandertalers, sinkt jene Höhe auf die Höhe des Neandertalers herab. Die Knochen des Gewölbes erscheinen hiernach fast so elastisch wie eiserne Drähte.

5. Schädel eines Neu-Irländers und vom Neandertal.

Der Unterschied in der Nasion-Inionlänge des Neu-Irländer und Neandertaler Schädels beträgt 44 mm. Es war hiernach ein günstiges Ergebnis zu erwarten.

a) Vorwärtsbewegung. Figur 24.

Das Drahtmodell des Neandertaler Schädels wird an seinem Nasionpunkt dem Nasion der unterliegenden Zeichnung angepasst, welche die

Mediankurve des Neu-Irländer Schädels, aber auch die des Neandertalers und die Richtungslinie enthält. Sodann wird der Inionpunkt des Modells gegen das Inion des Neu-Irländers hinbewegt, auf ihm festgehalten und die neue Kurve eingezeichnet.

Die neue Kurve (Neandertal' der Zeichnung) dringt schon in der occipitalen Gegend ein wenig über das Gewölbe des Neu-Irländers hinaus und bleibt ausserhalb bis in die Gegend der mittleren Stirn. Der Abstand zwischen beiden wächst langsam an, bis er 20—30 mm hinter dem Bregma seinen grössten Wert (7 mm) erreicht. 37 mm vor dem Bregma durchschneidet der neue Bogen die Kurve des Neu-Irländers und zieht sich in der Gegend der Fossa supraglabellaris bis auf einen Abstand von 5 mm zurück, um bald darauf jene Kurve nach aussen zu durchschneiden, dann aber in vorwärts konvexer Bahn zum Nasion zu gelangen.

Bringt man auch den Betrag, um welchen im mittleren Stirngebiet der neue Bogen hinter dem Gewölbe des Neu-Irländers zurückbleibt, in Abrechnung, so ist das neue Gewölbe, wie ein Blick auf die Zeichnung belehrt, dennoch nicht unansehnlich im Übergewicht.

Ohne Rücksichtnahme auf die Breiten der beiden Schädel und auf die Verschiedenheiten ihrer Innenbogen würde sich demnach behaupten lassen, das Volumen der Schädelhöhle des Neandertalers werde etwas grösser sein, als das des Neu-Irländers, dieser also von jenem auch an Hirnvolumen übertroffen werden.

In der gleichen Figur ist ferner der Medianbogen vom Pithekanthropus nach Schwalbe eingezeichnet, um zu erfahren, wie dieser, der an Länge der Nasion-Inionlinie den Neu-Irländer um 20 mm übertrifft, sich zu dem Schädel von Neandertal verhalten werde. Wurde mit dem Drahtmodell des Pithekanthropus in der gleichen Weise verfahren, wie in den vorausgehenden Versuchen, d. h. das Nasion des Drahtmodells (nach künstlicher Gestaltung, da es dem Schädelgewölbe fehlt) an das Nasion der Zeichnung des Neandertalers angepasst, das Inion des Pithekanthropus dagegen von *i'* nach *i''* vorwärts geschoben, d. i. nach dem Inion des Neu-Irländers, so zeigte sich, dass die neue Kurve in der Supraorbitalgegend mit der Kurve des Neandertalers zusammenfiel; auch im eigentlichen Stirngebiet bleibt sie dicht am Innenrand des Neander-

talers. Erst 20 mm vor dem Bregma wendet sie sich, starken Abstand gewinnend, von ihm weg und begibt sich zum neuen Inion (i''). Nicht das Neu-Irländer Gewölbe, wohl aber den Stirnteil des Neandertalers hat sie hiernach durch Verkleinerung der Nasion-Inionlinie erreicht.

b) *Rückwärtsbewegung.* Figur 25.

Die Zeichnung mit dem Medianbogen des Neu-Irländers und des Neandertalers wird auf dem Tische ausgebreitet und das Drahtmodell des Neu-Irländers zu ihr in Beziehung gebracht. Nachdem das Nasion des Modells an das Nasion der Zeichnung gepasst ist, wird das Inion des Modells (i) zu dem Inion des Neandertalers (i') hinbewegt und festgehalten. Die neue Kurve, mit der Bleifeder fixiert, zeigt folgende Bahn.

Unmittelbar oberhalb des neuen Inion (i') zieht sie sich ein wenig von der Kurve des Neandertalers zurück, begibt sich alsbald wieder zu ihr hin, um neuerdings ein wenig zurückzuweichen und wieder hinzutreten. So geschieht es im occipitalen Gebiet. Im parietalen und hinteren frontalen Gebiet ist das Zurückweichen der neuen Kurve von dem Neandertaler Gewölbe etwas tiefer und in sagittaler Richtung weit ausgedehnter. Der maximale Abstand beider Bogen beträgt hier 5 bis 8 mm, die Länge der Strecke dagegen in gerader Linie gegen 110 mm. Ein neues Auseinanderweichen findet in der Gegend der Fossa supraglabellaris statt; der neue Bogen überwölbt hier die Grube; er liegt hier also ausserhalb des Gewölbes des Neandertalers. Nahe am unteren Ende der Grube wendet sich der neue Bogen wieder einwärts und endigt nach kurzem vorwärts konvexem Verlauf am Nasion.

An vier Stellen zieht sich hiernach der neue Bogen vom Gewölbe des Neandertalers zurück: an einer supraorbitalen, zwei occipitalen und einer fronto-parietalen; diese allein ist etwas ausgiebiger. An einer einzigen Stelle dagegen erreicht der neue Bogen den Neandertaler nicht; in der Gegend der Fossa supraglabellaris. Trotz dem Bestreben des Drahtes, bei seiner kräftigen Spannung möglichst gleichmässige Krümmung anzunehmen, ist die Einbiegung in der Gegend der Fossa supraglabellaris des Neandertaler Modelles zu stark, als dass sie bei der

Annäherung oder bei der Entfernung beider Fusspunkte des Gewölbobogens ganz ausgeglichen werden könnte.

Beachtet man noch die Vertikalen von den Scheitelpunkten der Gewölbe, so zeigt der vorige Versuch, dass der neue Bogen (Neanderthal' der Zeichnung) eine Höhe von 103 mm gewonnen hat; Ausgangshöhe = 88 mm. Er übersteigt die Höhe des Neu-Irländer Gewölbes (96 mm) hiernach um 7 mm.

Im vorliegenden Versuch hingegen, in welchem das Neu-Irländer Gewölbe zur Neandertaler Form gebracht wurde, sank seine Höhe von 96 mm auf 83 mm herab, 5 mm tiefer, als die Höhe des Neandertaler Gewölbes beträgt.

Der neue Bogen im vorigen Versuch hat seine grösste Höhe weiter vorn als die beiden anderen Gewölbe; im vorliegenden Versuch hingegen nimmt der stark erniedrigte Bogen seinen höchsten Punkt ganz in der Nähe des Neandertalers, jedoch frontal von ihm, ein.

6. Innenbogen des Schädels von Kegel, Aussenbogen des Neandertalers.

Das Foramen coecum des Schädels von Kegel liegt 20 mm hinter dem Nasion und zugleich 3 mm oberhalb des Nasion. Die Protuberantia occipitalis interna des Schädels von Kegel hat ihre Lage 20 mm über dem Inion, in etwas schräger Richtung. Nimmt man für den Neandertaler Schädel die Entfernung der beiden Innenpunkte von den äusseren als dieselbe an (sie ist wahrscheinlich etwas grösser), so lässt sich folgender Versuch ausführen.

Vom Innenbogen des Schädels von Kegel wird ein Drahtmodell verfertigt, vom Aussenbogen des Neandertalers aber eine Zeichnung. Foramen und Protuberantia occipitalis interna werden nach den angegebenen Entfernungen auf der Zeichnung markiert.

Passt man nun das Foramen coecum des Drahtmodells (gestrichelte Linie) auf das Coecum der Zeichnung (Figur 26, *t*) und hält es fest, so kann der erste Punkt des Modells *c* leicht gegen *c'*, d. i. gegen die Protuberantia occipitalis interna des Neandertalers, hingezogen werden. Das Drahtgewölbe flacht sich dabei ab und nimmt die Lage des mit ausgezogener dünner Linie gezeichneten Bogens an.

Es ergibt sich, dass der Innenbogen des Schädels von Kegel, der

schon im ungereckten, natürlichen Zustand den Aussenbogen des Neandertalers nach aussen durchbricht, selbst noch im gereckten Zustand, in welchem sein hinteres Ende von c nach c' wanderte, den Aussenbogen des Neandertalers überragt, wenn auch in vermindertem Grade. An den beiden mit Kreuzen versehenen Stellen findet dabei die Durchschneidung des Neandertaler Gewölbes statt.

Das Gehirn des Schädels von Kegel hätte hiernach im Schädelraum des Neandertalers nicht hinreichenden Platz, wenn die Breitenverhältnisse beider Schädel das Ergebnis nicht verändern würden. Sicher wird deren Berücksichtigung den neuen Bogen in seiner Höhe herabdrücken. In welchem Grade dies aber geschieht, lässt sich vorerst nicht entscheiden; hierzu sind Versuche mit dünnen Metallgewölben erforderlich.

7. Elsässer Mann (Strassburger Verzeichnis Nr. 763) und Neandertaler.

Der Schädel dieses Elsässers ist dem oben dargestellten Schädel der Norm ähnlich; es können daher keine grossen Unterschiede von den Ergebnissen jenes Versuchs erwartet werden.

Vorwärtsbewegung des Neandertalers. Figur 27.

Die Zeichnung des Medianbogens des Elsässers (Kopie nach Schwalbe) wird auf den Tisch ausgebreitet. Auch die Richtungslinie ist gezeichnet und der Medianbogen des Neandertalers auf sie eingestellt.

Das Drahtmodell des Neandertalers wird zur Hand genommen, das Nasion des Modells auf das Nasion der Zeichnung gepasst, das Inion des Modells von i gegen i' , das neue, 25 mm weiter vorn gelegene Inion hingeschoben und festgehalten. Eine Feder zeichnet den neuen Bogen des Drahtmodells ein, welches nun entfernt wird.

Gleich über dem neuen Inion entfernt sich der neue, mit dünner ausgezogener Linie dargestellte sekundäre Bogen des Neandertalers etwas nach aussen vom Elsässer Bogen, dann aber durchschneidet er diesen nach innen auf seinem ganzen Zuge bis in die Gegend des Arcus superciliaris. Hier durchschneidet der neue Bogen den Bogen des Elsässers noch einmal nach aussen, wendet sich aber sogleich in vorwärts convexer Kurve zum gemeinsamen Nasion.

Der maximale Abstand des sekundären Neandertalers — d. i. des neuen Bogens vom Bogen des Elsässers, befindet sich im vorderen Parietalgebiet und beträgt, radial gemessen, 17 mm.

Der Raum *v*, welcher zwischen diesen beiden Bogen liegt, ist gross, spitzt sich am vorderen Ende rasch, am hinteren allmählich und unter Bildung einer kleinen Aussenecke zu. Die beiden kleinen Gegenbeträge am Arcus supraorbitalis und am Inion sind zu klein, als dass sie in Frage kommen könnten.

Der Vertikalabstand des Neandertaler Gewölbes (= Calottenhöhe von Schwalbe) von der Nasion-Inionhöhe beträgt 88 mm; der des Elsässer Gewölbes 112 mm. Durch das Aufsteigen des Neandertaler Gewölbes hat seine Höhe den Wert von 97 mm erreicht, also nur 9 mm gewonnen, bleibt aber unter dem Elsässer Gewölbe immer noch um 15 mm zurück.

Der dem Elsässer Gewölbe nachstrebende Neandertaler Bogen hat also sein Vorbild bei weitem nicht erreicht, ist aber seinerseits doch ein weit aufwärts gestiegener Neandertaler, eine Übergangsstufe zum Elsässer.

Besser hat der Neandertaler Bogen das weibliche Elsässer Gewölbe erreicht, wie der Versuch S. 176 und Tafelfigur 20 gezeigt haben, wenn von der eigensinnigen Stirn des weiblichen Gewölbes abgesehen wird.

Historisches.

Bei einer auf die Geschichte dieser Theorie gerichteten Nachforschung ergab sich, dass schon *W. Krause* darauf hingewiesen hat, bei gleicher Oberfläche besitze ein brachycephaler Schädel eine grössere Kapazität, als ein dolichocephaler, weil die Form des brachycephalen sich mehr der Kugelgestalt nähere (Handbuch der Anatomie, 1880, Bd. III, S. 11).

Bald darauf jedoch erfuhr diese Annahme eine Zurückweisung von seiten C. Kupffers und F. Bessel-Hagens in ihrer berühmten Schrift „Der Schädel von Immanuel Kant“ (Archiv f. Anthropologie Bd. XIII, 1881, S. 400), indem sie ausführen:

„Man könnte daraus (aus der Angabe Krauses) schliessen, dass mit der Zunahme der Kapazität überhaupt die Tendenz der Schädel-

kapsel zur Kugelgestalt und damit die Vergrößerung der Breite gegeben wäre. Dann aber wäre anzunehmen, dass mit steigender Kapazität und hierdurch bedingter Annäherung an die Kugelgestalt sich die Höhendimension entsprechend verhielte. Allein das letztere wird durch die Beobachtung nicht dargetan. Es weisen vielmehr die Erfahrungen darauf hin, dass mit zunehmender Hirngrösse resp. Schädelkapazität zwar die Breite der Kapsel wächst, die Höhe aber nicht, ja dass die letztere Dimension dabei eher abnehme.“

Kupffer bezieht sich gleich darauf auf Emil Schmidt, welcher ebenfalls findet, dass die Schädel Europas im Vergleich mit den Schädeln der übrigen Erdteile zwar durch Breite, aber zugleich durch Niedrigkeit charakterisiert seien, und schliesst: „Darnach wird es wahrscheinlich, dass der Zunahme der Breitendimension des Schädels bei höheren Rassen und bei steigender Intelligenz innerhalb derselben Rasse ein anderes Moment zu Grunde liege, als die durch die Zunahme der Hirnmasse bedingte Tendenz der Schädelkapsel zur Kugelgestalt, dass es sich vielmehr wohl um eine vorherrschende Vergrößerung des Hirns in einer bestimmten Richtung, der der Breite, handelt.“

Wie sind auf Grund des gegenwärtig vorliegenden Beobachtungsmaterials diese Ausführungen von Kupffer zu beurteilen?

Hält man sich zunächst an Krauses Angabe, so spricht diese ausdrücklich von der Zunahme der *Breite* des Schädels. Gerade die Breite des Schädels und Gehirns ist es aber, welche auch Kupffer und Bessel-Hagen in erster Linie betonen.

Wie aber verhält es sich mit der Ausdehnung in der Richtung der *Höhe*? Die Länge der Nasion-Inionlinie des Schädels von Kant beträgt, nach der von mir vorgenommenen Messung an der von den genannten beiden Autoren gelieferten sorgfältigen Konstruktionszeichnung des Medianschnittes, 162 mm. Die auf die Nasion-Inionlinie bezogene *grösste Höhe* des Schädels von Kant ist 114 mm.

Am Schädel von Kegel beträgt diese Höhe 109 mm; am Schädel der Norm = 109 mm; am Neandertaler Schädel aber, auf welchen es hier vor allem ankommt, 88 mm.

Der Schädel von Kant übertrifft an Höhe den des Neandertalers hiernach um 26 mm; die beiden anderen Schädel um je 5 mm.

Da der Unterschied gegenüber den Anthropoiden noch bedeutender ausfallen würde, so ergibt sich hieraus also bereits die Entscheidung in der fraglichen Angelegenheit. Auch der Schädel von Kant, obwohl 161 mm Maximalbreite besitzend, hat eine ansehnliche, die Neandertaler Gruppe weit überragende Höhe.

Wird die Höhe des Kantschen Schädels mit Bezug auf die *äussere Basallinie* (Nasion-Basion) gemessen, so erhalten wir als grösste Höhe 135 mm. Am Schädel von Kegel beträgt die auf gleiche Weise gemessene grösste Höhe 134 mm; am Schädel der Norm = 135 mm, wie bei Kant.

Die Nasion-Basionlinie misst bei Kant 93,5 mm; am Schädel von Kegel und der Norm dagegen 104 mm.

Der Nasion-Inionlinie von Kant, im Werte von 162 mm, stehen die Nasion-Inionlinien des Schädels von Kegel und der Norm mit den Beträgen von 173 und 180 mm gegenüber. Auch diese Zahlen lassen sich für unseren Zweck verwerten.

Wenn nun die Einwendung von Kupffer im Hauptpunkte als widerlegt gelten darf, so fragt es sich noch, wie es sich mit dem *zweiten* Teile, d. i. mit der von Emil Schmidt vorgetragenen und von dem genannten Autor unterstützten Ansicht verhält. In diesem zweiten Teil stimme ich mit ihnen allen überein. Er steht mit dem Hauptpunkt nicht einmal im Widerspruch. Von der einmal vergrösserten Höhe des Schädels aus können bei verschiedenen Völkern und Individuen aufwärts und abwärts gehende Schwankungen der Höhe des Schädels erfolgen. Man muss sich hier auch wieder der schon früher hervorgehobenen Tatsache erinnern, dass in der Ontogenese Breite und Höhe des Medullarrohrs ursprünglich zusammenfallen zu einem *einzig*en Maasse, dem der *Breite*; so verhält es sich auf der wichtigen Stufe der flächenhaft ausgebreiteten Medullarplatte. Späterhin kann bei dem einen Typus die Zunahme mehr in der Richtung der Höhe, bei dem anderen aber in der Richtung der Breite sich vollziehen.

Grössere Breite verlangt, wenn die Proportion eine *gerade* sein soll, auch eine grössere Höhe des Schädels. Die Natur aber, welche am Schädel von Kant eine Breitenhöhe von 161+135, oder besser einen Quenumfang von 337 + basaler Ohrbreite von 150 mm hervor-

zubringen hatte, ist nicht gezwungen, mit gerader Proportion zu arbeiten. Sie kann den Grundsatz aufstellen: grössere Breite, *gleichbleibende* absolute Höhe. Das ist schon gleichbedeutend mit relativer Höhenabnahme. Sie kann noch weiter gehen, mit dem Grundsatz: grössere Breite, *geringere* absolute Höhe; dann wird die Proportion zu einer *umgekehrten*. Sehr oft folgt sie dieser Regel und lässt sich durch nichts in ihrer Bahn hemmen. Wie grössere Breite mit kleinerer Höhe, so kann sich kleinere Breite mit grösserer Höhe ausgleichend verbinden. Die grösste *Breite* des Kantschen Schädels fanden Kupffer und Bessel-Hagen, wie schon erwähnt, = 161 mm. Als grösste *Höhe*, auf die äussere Basallinie bezogen, ergab sich der Wert von 135 mm; auf die Nasion-Inionlinie bezogen, von 114 mm. Welches ist, auf diese beiden Linien bezogen, die grösste *Länge* des Schädels von Kant? Sie beträgt auf Grund der äusseren Basallinie gemessen, 177 mm; auf Grund der Nasion-Inionlinie gemessen 180 mm.

Ferner ist es erforderlich, gerade mit Bezug auf unsere stereometrisch-biologische Theorie, des Umstandes eingedenk zu sein, dass Zunahme der Höhe und Abnahme der Breite im Hinblick auf eine Annäherung zur *Kugel* ebenso zu beurteilen sind, wie Abnahme der Länge und Zunahme der Höhe usw.

Im ganzen prägt sich nach alledem gerade am Schädel von Kant eine starke Annäherung an die kugelige Form aus. „Die Form der Schädelkapsel von Kant ist im allgemeinen eine abgerundete“; so lautet das zusammenfassende Urteil der beiden Autoren selbst. Diesem Urteil entsprechen folgende drei Maasse:

Horizontalumfang des Schädels von Kant = 547 mm;

Totaler Sagittalumfang = $378 + 40 + 93,5 = 511,5$ mm;

Totaler Querumfang = $337 + \text{basale Ohrbreite ca. } 150 = 487$ mm. —

Rückblick auf die Drahtmodell-Versuche.

In diesem Abschnitte sind die Ergebnisse von sieben Versuchen mitgeteilt worden, welche darauf ausgehen, das weit gespannte, flache Schädelsgewölbe einer wichtig gewordenen Menschengruppe in höhere Formen überzuführen; auch der umgekehrte Weg wurde nicht vernachlässigt und eine Anzahl hoher Gewölbe in niedrige zurückverwandelt.

Sind die Ziele erreicht, welche für die Anstellung der Versuche maassgebend waren? Zwei Ziele sollten erreicht werden. Es sollte gezeigt werden, dass aus einem bedeutenden Urmaterial viel gemacht werden kann, einfach durch Erhöhung des Gewölbes unter Verminderung seiner Spannweite. Am Modell geschieht dies auf überaus leichte Weise, durch einen Druck des Fingers. Hat aber die Natur nicht einen schwierigeren Weg? Gewiss; aber sie hat auch, in ihren Wachstumskräften, weit überlegene Macht.

Das andere Ziel ging darauf aus, den Zusammenhang zwischen der Form und dem Volumen auch am *Schädel* nachzuweisen und in dem Bestehen des geometrischen Gesetzes vielleicht sogar eine Gewalt zu erblicken, welche weniger günstige Formen von lebendigen Gefässen zur Annahme günstigerer Formen zwingt.

Auf diese beiden Ziele die Aufmerksamkeit zu lenken, war die Absicht der vorstehenden Versuche; mehr sollen sie nicht bedeuten.

VI. Gewicht und Dicke.

1. Gewicht.

Der Schädel von Kegel, ohne Unterkiefer, hat ein beträchtliches Gewicht; das Schädelgewölbe ist dicker als gewöhnlich, wie sich nach geschehener medianer Durchsägung sehen lässt. Er wiegt 754 Gramm vor der Durchsägung, nach ihr 746 Gramm; 8 Gramm hat er also an Sägespänen verloren. Der Breitenverlust des Schädels durch die Säge beträgt gegen 1 Millimeter.

2. Dicke des Schädelgewölbes.

Am Medianschnitt des Stirnbeins von Kegel ist von Diploë nur wenig zu sehen. Hierbei ist daran zu erinnern, dass eine Sutura frontalis fehlt. Man könnte glauben, der Medianschnitt auch des *erwachsenen* Stirnbeins zeige unter allen Umständen wenig, wenn überhaupt Diploë, da ja einmal am kindlichen Schädel eine Sutura frontalis vorhanden war. Diese Naht könnte ihre Folgen lange nach ihrer frühzeitigen Verstreichung, vielleicht zeitlebens, durch einen median gelagerten kompakten Streifen in der Squama frontalis festhalten, oder mindestens durch eine in der Mediane gelegene *verstärkte* Spon-

giosa. Denn man darf nicht ausser acht lassen, dass die Nahtränder eines diploischen Knochens immer aus kompakter Substanz bestehen. *Fehlt* am erwachsenen Stirnbein in der Mediane eine durchgreifende Compacta und ist hier, wie zu beiden Seiten der Mediane, Diploë zwischen beiden kompakten Tafeln vorhanden, so müssen im Laufe der Jahre bedeutende Resorptionen in der Mediane stattgefunden und spongiöse Substanz an Stelle der früheren kompakten gesetzt haben. Auf die Ausmittlung dieses Verhaltens gerichtete Untersuchungen erwachsener und jugendlicher Stirnbeine führten zu folgendem Ergebnis.

1. *Bei Erwachsenen.*

Schon in meinem Lehrbuch der Anatomie, 6. Auflage, 1. Bd, S. 373 habe ich die Abbildung eines Querschliffes durch die mediane Gegend eines erwachsenen Stirnbeines gegeben, welche zeigt, dass von einer Nahtspur nichts mehr vorhanden ist. Das Stirnbein ist noch dazu ein sehr dickwandiges, mit starker innerer Compacta, schwacher äusserer. Eine dicke Lage feiner Spongiosa spinnt sich allerorten zwischen beiden Tafeln aus, als liege ein einheitlicher Knochen vor und als sei niemals eine Naht hier vorhanden gewesen.

2. *Bei Jugendlichen.*

An kindlichen Stirnbeinen habe ich neuerdings Beobachtungen angestellt; sie beziehen sich auf zwei Stirnbeine von Kindern von 5 bis 6 Jahren. Der eine Querschnitt liegt 32 mm über dem Nasion. Obwohl äusserlich ein flacher medianer Wulst von 12—15 mm Breite von der Glabella aufwärts zieht, so ist innerlich zwischen beiden Tafeln, deren innere die Crista bildet, eine durchgehende ansehnliche Schicht von Spongiosa vorhanden, die keine Spur der früheren Naht mehr aufzeigt, so wenig, wie die beiden Tafeln selbst. Ebenso verhält es sich an einem zweiten kindlichen Frontale. Hier ist der Sulcus frontalis getroffen, der von innerer Compacta begrenzt wird. Auch hier ist äusserlich ein medianer Stirnwulst vorhanden. Aber beide Tafeln werden durch ein reines Lager von Spongiosa getrennt, ohne Spur einer Naht.

Es ergibt sich also, dass die Spuren der Sutura frontalis infantilis

schon frühzeitig schwinden und die Diploë der einen Stirnbeinhälfte sich in die der anderen Hälfte schon an jugendlichen Schädeln ununterbrochen fortsetzt. —

Wenden wir uns mit dieser Erfahrung zum Medianschnitt des Schädels von Kegel zurück, so hat das *Stirnbein* in der Mediane eine *Compacta externa* von 2—3 mm; die Dicke der *Compacta interna* hingegen beträgt oberhalb der *Arcus superciliares* 3—5 mm. Die Dicke des ganzen Stirnbeins oberhalb der *Sinus frontales* beträgt im Medianschnitt 8—9 mm.

Das *Parietale* lässt sich am Medianschnitt zu Angaben dieser Art nicht verwenden, da die Gegenwart der *Sutura sagittalis* hindernd eingreift. Die Grenze des *Frontale* gegen das *Parietale* ist am Medianschnitt (Fig. 4 und 5) deutlich zu erkennen. Das *Parietale* schliesst sich mittels der *Sutura coronalis* in etwas verminderter Dicke an das *Frontale* an; weiter hinten jedoch nimmt seine Stärke wieder zu, um nochmals abzunehmen, anzuschwellen und in verminderter Stärke an der *Sutura lambdoidea* zu endigen. Seine Dicke wechselt von 7,5—9 mm. Die *Squama occipitalis* hat in der Mediane durchgehends bedeutende Stärke und erreicht in der Gegend der *Protuberanzen* eine Mächtigkeit von 19 mm; der sich oben anschliessende Teil, die *Oberschuppe*, hat eine sich ziemlich gleichbleibende Dicke von 8—9 mm; der untere Teil, die *Unterschuppe*, verjüngt sich keilförmig zum *Foramen occipitale magnum* hin. Von dieser Stelle an die *Innentafel* in das Auge fassend, sehen wir sie anfänglich nur eine Schicht von 1,5 mm bilden; langsam sich verdickend, gewinnt sie in der Gegend der *Protuberantia occipitalis interna* eine Stärke von 3 mm, sinkt wieder auf 2 bis 1,5 mm zurück und bleibt so bis zur *Sutura lambdoidea*.

Die *Aussentafel* hat am *Foramen occipitale magnum* nahezu die Stärke der *Innentafel*, erhält sich in dieser Stärke bis in die Gegend des *Tuberculum linearum* von Henle und nimmt bis zur *Protuberantia occipitalis externa* (= *Inion*) langsam zu, um in diesem eine mächtige Anschwellung zu erfahren. Weiter oben an Stärke wieder auf 1,5 mm vermindert, nimmt sie gegen das *Lambda* hin langsam ab.

Vergleicht man beide Medianschnitte miteinander, so zeigen sie, obwohl sie nur 1 mm auseinanderliegende Stellen des Schädels durch-

schneiden, dennoch bereits gewisse Unterschiede, die auch die Fig. 4 und 5 einigermaassen erkennen lassen.

Die Substantia spongiosa bildet in der Nähe des Opisthion nur eine feine Lage. Schon unterhalb des Tuberculum linearum dehnt sie sich etwas aus und dringt so in das Gebiet der Protuberanzen ein. Hier aber fängt sie an sich rasch zu verdichten, um als schmaler verdichteter Streifen bis in die Gegend des Lambda wahrnehmbar zu bleiben.

3. *Durchscheinende Stellen des Schädels von Kegel.*

Das Dach der Orbita dextra ist grossenteils durchscheinend, wenn es am halbierten Schädel ans Licht gehalten wird. Das Dach der Orbita sinistra hingegen ist künstlich zerbrochen und unvollständig.

An der Seitenwand beider Schädelhälften liegt eine kleine durchscheinende Stelle von nur etwa $\frac{1}{2}$ qcm zwischen dem vorderen Teil der Schläfenfläche des grossen Keilbeinflügels und dem Schläfenteil des Stirnbeins.

Am linken Parietale befinden sich unmittelbar oberhalb des Margo squamosus und in der Mitte seiner Länge zwei kleine durchscheinende Stellen. Sie entsprechen zwei tiefen Impressiones digitatae der Innenwand. Rechterseits fehlen die beiden dünnen Stellen.

Rechts und links ist durchscheinend der grössere Teil der Squama temporalis. Rechts kommt noch eine kleine dünne Stelle im grossen Flügel des Keilbeins hinzu, die in der Fortsetzung der Schuppenverdünnung gelegen ist.

VII. Schluss.

Alle den Schädel von Kegel kennzeichnenden Besonderheiten haben im Vorausgehenden ihre Darstellung gefunden. Welche anthropologische Stellung nimmt auf Grund seiner Merkmale dieser Schädel ein?

Es ist schwieriger, als es anfänglich scheinen mag, zu einem abschliessenden Urteil hierüber zu gelangen. Doch darf der Versuch nicht fehlen, ein solches anzubahnen.

Abzuweisen ist wohl ohne Widerspruch der Gedanke, *künstliche* Missstaltung, die auf den jugendlichen Schädel eingewirkt habe, könne

die vorliegende Form hervorgebracht haben. Ihr fehlen alle jene mehr oder weniger auffallenden Spuren von Band- oder Unterlagendruck, welche an künstlich missstalteten Schädeln kaum jemals vermisst werden; ihr fehlen ganz die sonderbaren, aus dem Reich der natürlichen Gestaltung hinausfallenden Formverzerrungen, die das Ergebnis und das Ziel des Bandagierens zu sein pflegen. Vielmehr gibt sich der Schädel von Kegel in allen seinen Teilen als ein ohne äusserlich einwirkende Gewalt, durch freies Wachstum zustande gekommenes Gebilde zu erkennen. Er hat ferner Besonderheiten, welche niemals durch äussere Einflüsse erzeugt werden können; das sind die Augenbrauenwülste, die er besitzt.

Aber sind Augenbrauenwülste dieser Art nicht vielleicht einfach *Begleiterscheinungen* der fliehenden Stirn? Diese Frage ist mit Sicherheit verneinend zu beantworten. Fliehende Stirn kann für sich allein vorkommen, ohne gleichzeitige Gegenwart von Augenbrauenwülsten. Einen solchen lehrreichen Fall besitzt die hiesige Sammlung selbst.

Das bezügliche Schädelbruchstück stammt aus einem alten Friedhof, welcher ehemals die hiesige Domruine umgeben hat. Es wurde mit einer grösseren Anzahl von anderen menschlichen Schädeln und übrigen Skelettteilen bei Gelegenheit einer Bodenbewegung ausgeworfen, die einen ansehnlichen Teil der Länge des alten Friedhofs durchschnitt. An dem Stirnbein haftet noch ein Teil der Parietalia, des Ethmoidale und der Nasalia. Der hintere Teil der Partes orbitales und der Pars nasalis fehlt.

Die Neigung der Stirn nach hinten unten ist beträchtlich, wenn sie auch der des Schädels von Kegel etwas nachsteht. Die Arcus superciliares jedoch sind klein; die Sinus frontales dringen bis zu ihnen vor. Die Glabella kommt durch das Zusammentreffen der medialen Enden beider Arcus zustande, ist durch einen deutlichen Sulcus glabellaris ausgezeichnet und trägt ausserdem Spuren einer sekundären Stirnnaht. Eine primäre Stirnnaht fehlt. Die Mediangegend zeigt im mittleren Teil der gesamten sagittalen Länge eine flache Crista frontalis externa. Die Tubera frontalia sind sehr flach und ihre Mittelpunkte gegen 55 mm voneinander entfernt. Der Sulcus glabellaris mündet oben in eine flache Fossa supraglabellaris ein. Die kleinste Stirnbreite ist

100 mm, die Interorbitalbreite = 26 mm. Gerade Entfernung vom Nasion zum Bregma = 115 mm; Bogenlänge vom Nasion zum Bregma = 125 mm.

Aus den Verhältnissen des Schädelbruchstückes lässt sich erkennen, dass der ganze Schädel zu den langen, breiten und niedrigen gehört hat.

Wie verhält sich die *Facies cerebralis* dieser Squama frontalis? Hierauf war um so mehr zu achten, als die Hirnfläche des Stirnbeins von Kegel einige unzweifelhafte pathologische Vorkommnisse darbietet. An jenem aber ist keinerlei krankhafte Störung zu bemerken; die *Facies cerebralis* zeigt sich in ganzer Ausdehnung unversehrt. Ein bedeutender Grad von Stirnneigung kann hiernach, so muss man sofort weiter schliessen, einhergehen mit *unversehrter* Beschaffenheit des Stirnbeins. Das Gewicht des Schädelbruchstückes ist ziemlich beträchtlich, die Dicke des Stirnbeins zwischen dem Sulcus frontalis und der Crista temporalis jederseits etwas grösser als gewöhnlich, doch nicht auf Grundlage krankhafter Vorgänge.

Wenn nun die Neigung der Stirn dieses Schädels des Domruinen-Friedhofs einer Erkrankung des Stirnbeins ihren Ursprung nicht verdankt, gilt dies auch für den Schädel von *Kegel*?

Am Schädel von Kegel finden sich, wie oben (S. 115) beschrieben wurde, Erscheinungen einer ehemaligen Knochenerkrankung, die auf eine chronische Pachymeningitis hinweisen. Ist diese Erkrankung vielleicht als die Ursache der Stirnneigung des Schädels anzusprechen? Man wird die Gegenfrage stellen: In welchem Lebensalter des Individuums haben die entzündlichen Vorgänge den Schädel heimgesucht? Geschah dies nicht erst zu einer Zeit, nachdem das terminale Wachstum des Schädels längst vollendet war? Vielleicht war es so; aber es sind auch Zweifel gestattet; noch vor vollendetem Wachstum konnten die entzündlichen Vorgänge den Schädel befallen und die Gestaltung der Stirn in weiterer Folge die Form des ganzen Schädels beeinflusst haben.

Ich glaube daher, dass man mit der Meinung derjenigen, welche die Gestalt des Schädels von Kegel auf diese Art erklären wollen, nicht allzustreng ins Gericht gehen darf. Es ist eben ein sonderbares Zusammentreffen, dass eine fliehende Stirn an dem gleichen Schädel

gefunden wird, der ein nicht ganz unversehrtes Stirnbein aufzuweisen hat. Freilich ist durch dieses Zusammentreffen noch nicht erwiesen, dass eine entzündliche Knochenerkrankung eine fliehende Stirn erzeugen kann. Entzündliche Erkrankungen des Stirnbeins sind ein häufiges, fliehende Stirnen ein seltenes Vorkommnis. Fliehende Stirn kann jedenfalls auch auf andere Weise hervorgebracht werden, als durch Knochenerkrankung. Der oben hervorgehobene Fall gibt hierfür einen sicheren Beleg.

Wäre die fliehende Stirn das einzige auffallende Merkmal des Schädels von Kegel, so wäre die Sachlage einigermaßen bedenklich. Wie aber sind die mächtigen Augenbrauenwülste zu erklären, die längliche Schädelform, die geringe Kapazität?

Bei der Erwägung ihrer Bedeutung kann es nicht fehlen, dass *verwandte Schädelformen* in das Gedächtnis gerufen werden, welche alle diese Merkmale vereint und zum Teil in noch stärkerem Grade besitzen. Von *diesen* aus, die nicht pathologischen Ursachen das Dasein verdanken, sondern normale Glieder des Menschengeschlechtes darstellen, fällt dann wohl ein besseres Licht auf die Erklärung des Schädels von Kegel, als von anderer Seite.

Nicht ein entzündlicher Vorgang hat alsdann die Stirn an ihrer Aufrichtung gehindert, sondern ein geringer entwickelter Stirnlappen des Endhirns.

Schon am *Neugeborenen* von Kegel war dann wohl eine geringere Aufrichtung des Stirnbeins vorhanden, als sie sonst dem Neugeborenen zukommt. Nicht als ob dem Neugeborenen von Kegel jede Aufrichtung der Stirn gefehlt hätte; sie fehlt ja selbst Affenfötussen und Neugeborenen von Affen nicht, wie *Selenkas* Untersuchungen so deutlich gezeigt haben. Aber ein verminderter *Grad* der Aufrichtung scheint mir dem Neugeborenen von Kegel ohne Gefahr zugesprochen werden zu dürfen.

Nicht als einen der Neandertalgruppe unmittelbar Angehörigen lasse ich jedoch den Schädel von Kegel auf, ebensowenig der Form als dem Alter nach, sondern als eine neandertaloide Form, wenn dieser kurze Ausdruck gestattet ist. Er stellt ein Zwischenglied dar zwischen der Neandertalgruppe und dem gegenwärtigen Menschen. Nicht vor

vielen Jahrtausenden hat das Individuum gelebt, dem der Schädel angehört, sondern vor wenigen, möglicherweise vor wenigen Jahrhunderten. Denn noch jetzt und in künftigen Jahrhunderten können Schädel dieser Art erzeugt werden: es sind *Rückschlagsformen*. Ja, es ist die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass eine unmittelbare oder mittelbare *Vererbung* von Eltern oder Grosseltern her stattgefunden hat, von welchen das eine oder das andere Glied ähnlich beschaffen war, wie unser Fall.

Beurteilt man den Schädel von Kegel hiernach als ein vererbtes oder als ein atavistisches Gebilde, welches den vollen Betrag der urzeitlichen Ahnen jedoch nicht erreicht hat, so scheinen auch die entzündlichen Vorgänge am Schädel, vor allem am Stirnbein, einer Erklärung nicht unzugänglich. Das Stirnbein, ja der Stirnlappen des Endhirns und seine Hüllen machen sich dann als *Puncta minoris resistentiae* geltend; sie sind aus dem normalen Geleise herausgerissen und geschwächt. Entzündlichen Störungen fallen sie dann leichter anheim, als normale. Der entzündliche Vorgang tritt hier nicht mehr als Ursache der Stirnneigung auf, sondern als ihre Folge.

Sieht man sich in der Literatur nach dem Vorhandensein *ähnlicher Fälle* um, welche zur Vergleichung mit dem Schädel von Kegel und zur Sicherung des Urteils dienen können, so ist die Ausbeute spärlich genug; aber sie fehlt nicht ganz und muss notwendigerweise unsere volle Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Am wichtigsten für uns sind zwei von J. W. Spengel im Jahre 1875 in einer unter *Henles* Leitung ausgeführten Abhandlung beschriebenen Fälle.¹⁾

Der eine dieser Schädel ist bereits von Blumenbach auf Tafel 63 seines grundlegenden Dekadenwerkes abgebildet. Es ist der Schädel des „*Batavus genuinus*“ von der Insel Marken in dem Zuider-See. Eine ganze Anzahl berühmter Autoren hat sich mit ihm schon vor Spengel beschäftigt, so Schaafhausen, Huxley, J. B. Davis. Huxley hat damals bereits empfohlen, die *Glabella-Inionlinie* als Richtungslinie für Vergleichung dieses Schädels mit dem Neandertaler zu benutzen. Es

¹⁾ Schädel vom Neandertal-Typus. Archiv für Anthropologie, Bd. VIII, S. 49—64. Hier ist auch die ältere zugehörige Literatur sorgfältig aufgeführt.

ziemt sich daher, die Glabella-Inionlinie künftig die *Huxleysche Linie* zu nennen. Leider hat Spengel, obwohl er von Huxleys Vorschlag unterrichtet war, diesen nicht angenommen, sondern an dessen Stelle die *Nasion-Lambdalinie* benutzt. Spengel gibt zwar Abbildungen, aber sie sind sämtlich in verkleinertem Maassstabe gehalten. Statt an ihnen Messungen auszuführen, nachdem die Glabella-Inion- oder die Nasion-Inionlinie als Richtungslinie eingestellt worden ist, wird es weit vorteilhafter sein, von dem noch vorhandenen Schädel *neue* Aufnahmen in natürlicher Grösse herzustellen, auch vielleicht eine mediane Durchsägung vorzunehmen, die inneren Verhältnisse kennen zu lernen, äussere und innere Basallinie und die Kapazität zu bestimmen.

Über diesen Schädel äussert sich Spengel zusammenfassend in folgender Weise: „Die *spezielle* Ähnlichkeit — nicht zu reden von der Übereinstimmung in den wichtigsten Dimensionen, besonders auch der Höhe und deren Verhältnis zueinander — erstreckt sich nach dem Gesagten vornehmlich auf die Profilansicht; namentlich die Bildung des Stirnbeins mit seiner exzessiven Entwicklung der Stirnhöhlen und dadurch bedingtem Hervorragen der Augenbrauenwülste bietet sehr viel Übereinstimmendes dar und berechtigt uns, den Schädel des *Batavus genuinus* als ‚neandertaloid‘ zu bezeichnen.“

Pathologische Ursachen für das Zustandekommen dieser Schädelform weist Spengel zurück, ebenso die Annahme, das Zurücktreten der Stirn sei durch Synostose der Sutura spheno-frontalis veranlasst: es ist zwar eine einseitige Synostose dieser Naht am Schädel vorhanden, diese aber nicht als eine vorzeitige zu betrachten, sondern als eine Alterserscheinung.

Der Schädel des *Batavus genuinus* war durch Herrn Dr. Prins in Antwerpen in die Blumenbachsche Sammlung gelangt. Unterkiefer fehlte. Der Erhaltungszustand des Schädels ist vortrefflich. Genauere Angaben jedoch über den Fundplatz und die Todeszeit fehlen.

Spengel beschreibt hierauf noch einige andere Schädel von den Inseln Marken, Urk und Schokland des Zuider-Sees und wendet sich sodann zur Untersuchung des Schädels Nr. 2257 der *Göttinger anatomischen Sammlung*.

Von diesem Schädel ist bekannt, dass er einer im Göttinger

Anatomicum seziierten Leiche angehört. Wann und von wem die Sektion gemacht wurde, ist unbekannt, unbekannt auch die Herkunft des Individuums. Unterkiefer fehlt, Erhaltungszustand ist gut. Es liegt ein männlicher Greisenschädel vor.

Die Pfeilnaht zeigt sich an mehreren Stellen geschlossen, die Kranznaht und Lambdanaht fast vollkommen offen. Die Schläfenbeine sind ringsum frei. Die Suturae sphenofrontalis und sphenoparietalis¹⁾ sind zwar beiderseits dem Alter entsprechend verstrichen, jedoch in ihrem ganzen Verlauf noch zu verfolgen.

Wurde dieser Schädel mit dem Neandertaler auf die Nasion-Lambdalinie eingestellt, so ergab sich, dass die Umrisslinien von der Nasenwurzel bis zur Lambdanaht fast ganz zusammenfallen. Nur das Hinterhaupt des Neandertalers springt beträchtlich weiter nach hinten vor.

Verfährt man ebenso mit dem Schädel von *Kegel*, oder besser noch, passt man das Nasion des Schädels von Kegel auf das Nasion des Neandertalers und sucht auch den oberhalb folgenden medianen Stirnbogen und Scheitelbogen beider aufeinander zu passen, so fallen die Profillinien beider Schädel vom Nasion bis hinter das Bregma fast ganz zusammen. Ja der Schädel von Kegel hat einen noch etwas weiter vorspringenden, an einen Kynokephalus erinnernden Glabellarwulst. Die Stirnwölbung des Schädels von Kegel dagegen ist etwas grösser als die des Neandertalers. Erst 20 bis 30 mm hinter dem Bregma zieht sich die Profillinie von K. unter die von N. allmählich zurück, in zunehmendem Grade bis zum Inion hin, da der Schädel von K. hinter dem von N. an Länge beträchtlich zurücksteht.

Diese Übereinanderlegung der beiden Profillinien und die Einstellung auf die Nasion-Lambdalinie haben jedoch ein geringeres Gewicht für die Beurteilung, als es scheint. Denn die verschiedenen Höhen der Schädel finden dabei keine ausreichende Berücksichtigung. Das gilt ebenso für den Schädel von Kegel, wie für den Schädel des *Batavus genuinus* in ihrem Verhältnis zum Neandertaler.

Man braucht nur die Norma occipitalis des Schädels des *Batavus*, wie sie von Spengel geliefert wurde, mit der ebenfalls von ihm ge-

¹⁾ Diese beiden Suturen sind, wie ich hier hervorheben muss, am Schädel von Kegel jederseits vollständig offen.

gebenen *Norma occipitalis* des Neandertalers zu vergleichen, um so gleich den grossen Höhenunterschied beider auffällig zu bemerken. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Höhenunterschiede zwischen dem Neandertaler und dem Schädel von Kegel.

Andere Verschiedenheiten des Bataverschädels von dem Neandertaler findet Spengel besonders an den *Parietalia*; auch die *Normae verticales* beider Schädel sind nach ihm ziemlich abweichend. Ist auch das Verhältnis der Länge zur Breite in beiden Schädeln ziemlich gleich, so bedingt doch, wie Spengel bemerkt, das Fehlen der *Tubera parietalia* und die starke Wölbung der Schläfengegend beim Schädel Nr. 2257 eine bedeutende Verschiedenheit. Auch die Stirn ist nicht so gerade abgeschnitten wie die bei jenem Schädel. Auch bei diesem Schädel weist Spengel den Einfluss pathologischer Ursachen auf seine Formung zurück und fährt dann fort: „Es ist offenbar nichts gegen die Möglichkeit einzuwenden, dass sich von jener alten Bevölkerung, welcher der Neandertaler Mensch angehört hat, Überreste in der jetzigen Bevölkerung erhalten haben.“

Der Neandertaler Schädel unterliegt auch gegenwärtig noch sehr verschiedener Beurteilung bezüglich seiner Stellung zur Entwicklungsgeschichte des Menschen.

Auf diese hier einzugehen, liegt keine Veranlassung vor; ich begnüge mich vielmehr damit, den Leser in dieser Hinsicht auf folgende beiden Schriften zu verweisen: Gustav Schwalbe, *Die Vorgeschichte des Menschen*; Braunschweig 1904; und Julius Kollmann, *Neue Gedanken über das alte Problem von der Abstammung des Menschen*; Braunschweig 1905.

VIII. Zusammenfassung.

1. An dem Schädel von *Kegel*, der eine neandertaloide Form besitzt, und zur Vergleichung an einem Schädel mit schön geformtem Gewölbe, hier Schädel der *Norm* genannt, ist neben der *äusseren* auch die *innere* Untersuchung des Neurocranium, nach geschehener medianer Durchsägung, vorgenommen worden. Ob die Eröffnung in sagittaler, horizontaler oder transversaler Richtung ausgeführt werden soll, bleibt besonderer Erwägung des Einzelfalles vorbehalten. An demselben

Schädel können auch Kombinationen der Eröffnungsart stattfinden. Wo immer aber die innere Untersuchung fehlt, da ist das betreffende Ergebnis als ein ungenügendes zu bezeichnen. Das Ungenügen der ausschliesslich äusseren Untersuchung ist unter den Neueren vor allem von Th. Huxley und von C. Kupffer gefühlt und ausgesprochen worden. Wohl treten in manchen Fällen unüberwindliche Gründe der inneren Untersuchung hindernd entgegen. Dieser Umstand darf aber nicht dazu führen, die innere Untersuchung in einem Grade zu vernachlässigen, der nicht mehr gerechtfertigt werden kann. Vielmehr ist zu wünschen, dass der inneren Untersuchung in der Folge die gleiche Aufmerksamkeit zugewendet wird, welche der äusseren immer geschenkt wurde.

2. Wie man an der Aussenfläche des Hirnschädels mit R. Virchow *Aussenwerke* unterscheidet, welche seine sonstige Ähnlichkeit mit der Hirnform in bedeutendem Grade vermindern; so gibt es auch *Innenwerke* am Hirnschädel, mit dem gleichen Ergebnis. Sie bestehen aber nicht in inneren Vorsprüngen der Höhlenwand, sondern in Furchen dieser; auch ist ihr Einfluss ein viel weniger entstellender. S. 50.

3. Ein wichtiges Hilfsmittel der inneren Untersuchung bilden *Höhlenausgüsse*, welche von gewandten Formatoren ohne Beschädigung hergestellt werden können. Sie wandeln das Negativ der Höhle in einen positiven Körper um, der leicht zu Messungen, aber auch zur genaueren Beobachtung des Reliefs, vor allem zur Erforschung der Hirnwindungen wichtige Dienste leisten kann. S. 49.

4. Als ein geeignetes Hilfsmittel zur Untersuchung der Schädelhöhle ist ferner der *Stäbchen-* oder *Klammerapparat* zu nennen. Er liefert eine Art von Holzausguss der Höhle im ganzen oder einzelner Teile von ihr. S. 50.

5. Ein drittes Hilfsmittel zur Höhlenmessung ist der *Tiefenmesser*, ein graduierter Stab, welcher ein median aufgelegtes Parallelepipèd senkrecht durchbohrt und an beliebiger Stelle bis zur Berührung der Höhlenwand vorgeschoben wird. S. 50.

6. Ein viertes Hilfsmittel ist der *Schiebestab*. Er besteht aus zwei parallel aneinander verschiebbaren Stäbchen, von welchen der

eine graduirt ist. Er dient zur Längenmessung der Höhle am median halbierten Schädel. S. 54.

7. An Schädeln, welche nicht eröffnet werden sollen, lassen sich manche inneren Maasse dadurch gewinnen, dass man an gewollten gegenüberliegenden Stellen des Hirnschädels mit einem feinen Drillbohrer feine Kanäle bohrt und an diesen die Dicke der Schädelwand mit einem kleinen Instrumente misst, welches *Wandmesser* genannt werden kann. Seine Spitze ist umklappbar, sein Schaft graduirt. Zuerst wird die äussere Entfernung der beiden Schädelstellen gemessen, dann die Dicke der einen und der anderen Wand. Zieht man die Summe beider Wandstärken von dem Aussenwerte ab, so ist der betreffende Höhlenwert gewonnen. S. 52.

8. Berücksichtigung verdient der mit der Durchsägung des Schädels verbundene *Verlust* an Material und an Ausdehnung. Die Sägespäne werden gesammelt und gewogen, selbst aufgehoben. Der Verlust an Ausdehnung braucht 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm quer zur Führung des Sägeblattes nicht zu übersteigen. Die Dicke der Verlustplatte ist jedesmal festzustellen.

9. Die innere Untersuchung gibt nicht nur Aufschluss über die Dickenverhältnisse der Schädelwand, über das ganze Relief der Innenwand, über die Durchmesser der Höhle, sondern auch über alle anderen normalen und anormalen Vorkommnisse an der Innenwand. So zeigte das Stirnbein des Schädels von Kegel an der cerebralen Fläche der Squama pathologische Erscheinungen, auf welche die äussere Untersuchung in nichts hinwies. S. 115.

10. Die innere Untersuchung macht einige neue Bezeichnungen wünschenswert. Im Anschluss an die Terminologie von P. Broca sind folgende zu nennen:

Typhlon, für den Mittelpunkt des Foramen coecum am Stirnbein;

Ephippion, für den hinteren Medianpunkt des Dorsum sellae;

Confluens seu Endo-Inion, für den höchsten Medianpunkt der Protuberantia occipitalis interna;

Endobregma, Endolambda, Endopterion, Endoasterion, für die innere Ausprägung des Bregma usw.

Mit dem Namen Fossa frontalis ist die tiefste Stelle der Aus-

höhlung jeder Schuppenhälfte des Stirnbeins bezeichnet, um ein Gegenüber für die Fossae occipitales der Hinterhauptschuppe zu haben.

Eine Stelle der Aussenfläche der Basis cranii bezeichnet das Wort Sphenon: den unteren Medianpunkt der vorhandenen oder ehemaligen Synchrondrosis sphenooccipitalis.

11. Als besondere Schädellinien und -Ebenen haben folgende eine ausgiebige Verwendung gefunden (S. 52):

a) Die äussere Basallinie, Linea basalis externa, vom Nasion bis zum Basion, oder über beide Punkte hinaus verlängert.

b) Die innere Basallinie, Linea basalis interna, vom Typhlon zum Basion.

c) Die äussere Basalebene, Planum basale externum, durch drei Punkte des Schädels gelegt: Basion, Puncta supraorbitalia dextrum et sinistrum. Sie sei künftig die *Dörptsche Ebene* genannt.

12. Die Horizontalebene der Frankfurter Verständigung ist ausgeschieden, die Würzburger Horizontalebene aber für bestimmte Untersuchungsgebiete angenommen und verteidigt.

13. Das Foramen occipitale magnum = Megatrema = Trema, wird als hinterer Endteil des *Schädelgewölbes* in Anspruch genommen und seine Ausdehnung im gleichen Sinn rechnerisch verwertet. Das Schädelgewölbe erstreckt sich hiernach vom Nasion über den Scheitel und das Hinterhaupt hinweg bis zum Basion. Der so begrenzte Medianbogen führt den Namen totaler äusserer Medianbogen des *Schädelgewölbes*. Wird zu diesem noch der Betrag der äusseren Basallinie (Basion bis Nasion) addiert, so erhalten wir den totalen äusseren Medianbogen des *Hirnschädels*. S. 82.

Es gibt hiernach auch einen totalen *inneren* Medianbogen des Schädelgewölbes und des ganzen Hirnschädels. Sie gehen vom Typhlon aus und erstrecken sich median über die Innenfläche des Schädelgewölbes, der eine bis zum Basion, der andere bis zum Typhlon zurück. S. 122.

Die äussere und innere Basallinie kann dabei je als Diagonale oder als gebrochene Linie in Rechnung gebracht werden.

14. Der *fornikale* äussere Querumfang des Schädels (vom oberen Rand des Porus acusticus externus über den Scheitel hinweg zum Aus-

gangspunkt der Gegenseite) wird durch den *basalen* äusseren Querumfang (vom oberen Rande des Porus acusticus externus quer über die Basis hinweg zum gegenüberliegenden Ausgangspunkt) zum *totalen* äusseren Querumfang ergänzt. S. 83; 7.

Es gibt aber auch einen *inneren* fornikalen und basalen Querumfang. S. 124; 4.

15. Dem *äusseren* Horizontalumfang (einem höher und einem tiefer gelegenen) steht ein *innerer* gegenüber. S. 122; 1.

16. Totale und partiale äussere und innere Median-, Horizontal- und Querumfänge sind miteinander in ihren Beträgen am einzelnen Schädel und an Schädelgruppen zu vergleichen.

17. Die Neigung des Foramen occipitale magnum als eines hinteren Fussteiles des *Schädelgewölbes* wird an drei verschiedenartigen Schädeln erwachsener Männer, am Schädel eines neugeborenen, eines fötalen Menschen, an den Schädeln einer Katze und eines Hundes gemessen und dabei die Frage erwogen, welche *Grundlinie* diesen Messungen zur Richtung zu dienen habe. Die Entscheidung fällt zu Gunsten der äusseren Basallinie (Nasion-Basion) aus. S. 97.

18. Als *äusseres Randpolygon* wird jenes Schädelvieleck nach Seitenlängen und Winkelgrössen untersucht, welches mit den Enden seiner Seiten die median gelagerten *Ränder* der Gewölbeknochen des Schädels berührt. S. 92.

Ihm steht ein *inneres* Randpolygon gegenüber. S. 133.

An *beiderlei* Vielecken kann die Anzahl der Seiten im Hinterhauptgebiet reduziert werden.

Beiderlei Vielecke werden durch Anfügung der zugehörigen *Basallinie* (der äusseren oder inneren) geschlossen.

19. Es gibt nicht bloss Randpolygone am Schädel, sondern es lassen sich auch *Wölbungspolygone* gewinnen, ein *äusseres* und ein *inneres*, deren Seitenlängen und Winkelgrössen unter sich und mit jenen der Randpolygone verglichen werden können. Die Wölbungspolygone werden so gewonnen, dass die Punkte der grössten äusseren und inneren Wölbung des Stirnbeins, Scheitel- und Hinterhauptbeins miteinander durch Gerade verbunden und durch Gerade zur äusseren oder inneren Basallinie geschlossen werden. S. 107 und 136.

20. Äussere und innere Krümmungswinkel der einzelnen Gewölbeknochen. S. 91 und 131.

21. Methoden zur Messung der *Stirnneigung*: S. 160.

Als beste *Richtungslinie* macht sich hierbei die *äussere Basallinie* geltend. S. 163.

22. Drehung (= Wanderung) der Nasion-Inionlinie bei der stattfindenden Niederlegung der Squama frontalis: S. 162.

23. Anpassung der Schädelpolygone von Kegel und der Norm: S. 158.

24. Da die grösste Ausdehnung der Schädelhöhle nicht in der Mediane des Schädels gelegen ist, sondern beiderseits von ihr, so gilt es, auch ein *paramedianes* inneres Wölbungspolygon zu konstruieren und die bezüglichen Maasse kennen zu lernen: S. 136.

25. Lineare Maasse des Schädels von Kegel und der Norm. S. 82.

26. Äussere und innere Indices. S. 88 und 128.

27. Äussere und innere Winkel. S. 91 und 131.

28. Schon W. Krause hat (im J. 1880) den Satz ausgesprochen, ein brachycephaler Schädel habe bei gleicher Oberfläche wegen Annäherung an die Kugelgestalt mehr Inhalt als ein dolichocephaler. Genauere Darstellung der Theorie: S. 167.

29. Einwendungen von seiten C. Kupffers und deren Widerlegung: S. 185.

30. Die äussere Basallinie hat am Schädel von Immanuel Kant, dessen Beschreibung die wichtige Schrift von Kupffer und Bessel-Hagen gewidmet ist, eine Länge von 93,5 mm; die auf diese Linie bezogene *Schädelhöhe* erreicht den Betrag von 135 mm.¹⁾

Die Nasion-Inionlinie hat am Schädel von Kant eine Länge von 162 mm; die auf *sie* bezogene Schädelhöhe misst 114 mm. Der Schädel vom Neandertal dagegen hat, auf diese Linie bezogen, nur eine Höhe von 88 mm.

Äussere Basallinie und Nasion-Inionlinie sind am Schädel von Kant in einem Winkel von 15° gegeneinander geneigt.

Der Schädel von Kant hat, auf die äussere Basallinie bezogen,

¹⁾ Dieses und einige der folgenden Maasse sind an dem von Kupffer und Bessel-Hagen gelieferten, schönen Konstruktionsbilde der Mediane des Kantschen Schädels gewonnen worden.

eine *grösste Länge* von 177 mm; auf die Nasion-Inionlinie bezogen, beträgt die *grösste Länge* dagegen 180 mm.

Diesen Höhen- und Längenwerten des Schädels von Kant kommt die von Kupffer und Bessel-Hagen gemessene ungewöhnliche *grösste Breite* mit 161 mm entgegen. Die Kapazität der Schädelhöhle erreicht nach der Messung der genannten Autoren den hohen Betrag von 1715 bis 1740 ccm.

Der *grösste Horizontalumfang* des Schädels von Kant ist (nach der Messung von Kupffer und Bessel-Hagen) = 547 mm.

Der totale Sagittalumfang (nach mir) = $378 + 40 + 93,5 = 511$ mm.

Der totale Querumfang in der Ohrgegend = $337 + \text{basaler Ergänzung im Betrage von ca. } 150 = 487$ mm.

Vergleicht man die Werte der drei grössten aufeinander senkrechten Umfänge, 547, 511 und 487 mm, so stehen sie sich auffallend nahe und geben ein besonders wichtiges Beispiel der Annäherung eines Schädels an die Kugelform.

31. In der Abnahme an Länge, Zunahme an Breite und Höhe, somit in der Annäherung zur Kugelform des Schädels und Gehirns spricht sich ein Motiv aus zur bestmöglichen *Ausnutzung des Raums* und zu möglichster Sparsamkeit an Material, bei möglichst hoher Funktion.

32. Cristae occipitales anterior und posterior, die eine am Körper des Hinterhauptbeins von Kegel, die andere am Schädel der Norm: S. 61.

33. Einstellungsversuche des Schädels von Kegel und der Norm auf verschiedenen Ebenen; Bevorzugung der basalen Anpassung: S. 147.

34. Inion, Epi-Inion, Hypo-Inion am Schädel von Kegel: S. 60.

35. Arcus superciliares des Schädels von Kegel: S. 68.

36. Lineae temporales superior und inferior am Schädel von Kegel. Störung ihres Verlaufs durch ihr Zusammentreffen mit der Sutura coronalis. Processus sphenoidalis des Parietale. Stufenbildung in der Bahn der Sutura coronalis: S. 79.

37. Sinus nasales des Schädels von Kegel. Cellula frontalis impar. Eigentümliche Beschaffenheit der Sinus sphenoidales: S. 75.

38. Wandstärke des Schädels von Kegel. Durchscheinende Stellen. Gewicht des Schädels: S. 189.

39. Norma verticalis des Schädels von Kegel: S. 111.

40. Norma occipitalis des Schädels von Kegel: S. 114.

41. Überführung des Medianbogens des Neandertaler Schädels in den Schädel von Kegel und in rezente Typen; ebenso das umgekehrte Verfahren; mit Benutzung von Drahtmodellen. S. 169—185.

42. Allgemeine Beurteilung des Schädels von Kegel. S. 192.

43. Breite und Höhe von Köpfen sind auf der Stufe der offenen, noch flach ausgebreiteten Medullarplatte ein und dasselbe Maass: die *Breite*. Erst mit der Erhebung und Schliessung der Medullarplatte wird eine *Höhendimension* des Kopfes und damit auch des Hirnschädels gewonnen. Das gilt zunächst für dessen *bindegewebige* Stufe; dann für das Chondrocranium und endlich für das Neurocranium.

44. Der Kopf menschlicher Embryonen aller Rassen ist auf gewisser Stufe seiner Ausbildung längere Zeit hindurch von ansehnlicher Breite, wie G. Retzius gezeigt hat. Von dieser brachycephalen Grundform aus entwickeln sich nach und nach die bekannten sekundären Gestaltungen. Um von jener Grundform aus alle Übergangsformen übersehen zu können, bedarf es noch umfangreicher messender Arbeit an Schädeln von Embryonen und Kindern. Dann erst werden die Endformen der Schädel dem Verständnis vollständiger gewonnen sein.

45. Ein Bericht über eine Untersuchung der vorbereiteten *Höhlen-Ausgüsse* des Schädels von Kegel wird bei späterer Gelegenheit erstattet werden.

46. Nach zahlreichen Beobachtungen wird man späterhin in den Stand gesetzt sein, aus der bekannten Aussenform eines Schädels die zugehörige Innenform durch Konstruktion annähernd zu gewinnen, indem gewisse Abzüge an den Hauptlinien, aber auch gewisse Zusätze vorgenommen werden.

47. Die grösste Innenlänge des menschlichen Schädels liegt nicht median, sondern paramedian. Den wichtigsten inneren Längenbreitenindex darf man daher nicht nach medianen Beträgen bestimmen, sondern nach paramedianen.

48. Der vordere Endpunkt der *äusseren* Maximallänge eines Schädels sei Ekto-Prosthion, jener der *inneren* aber Endo-Prosthion (= Paratyphlon) genannt.

Die *hinteren* Endpunkte dieser beiden Linien heissen alsdann Ekto-Eschaton und Endo-Eschaton. Die Lage der vier Punkte, der beiden äusseren und der beiden inneren, ist für jeden Schädel zu bestimmen, ebenso der Längenwert beider Linien.

Was die grösste *Breite* eines Schädels betrifft, so seien die Punkte der grössten Aussen- und Innenbreite eines Schädels Ekto-Euryon und Endo-Euryon genannt. Es gibt ein Ekto- und ein Endo-Euryon der rechten und der linken Seite. Die Ekto- und Endo-Eurya müssen nicht in einer einzigen querziehenden Geraden liegen.

Für die Messung der grössten *Höhe* eines Schädels fällt der untere Endpunkt der Aussen- und Innenhöhe in das Basion. Der obere Endpunkt der Aussenhöhe sei Ekto-Hypselon, der der Innenhöhe aber Endo-Hypselon genannt. Die drei hier vorhandenen Punkte liegen wesentlich in einer einzigen Geraden aufgereiht.

49. Die Linie Ekto-Prosthion zum Ekto-Eschaton hat am Schädel von Kegel eine Länge von 188 mm;

die Linie Endo-Prosthion zum Endo-Eschaton misst dagegen 160 mm;

die Linie Ekto-Euryon der rechten Seite zum Ekto-Euryon der linken Seite hat den Wert von 141 mm;

die Linie zwischen beiden Endo-Euryen dagegen misst 136 mm;

die Linie Basion zum Ekto-Hypselon ist 136 mm lang;

die Linie vom Basion zum Endo-Hypselon dagegen misst 129 mm.

50. Aus diesen Angaben können die zugehörigen Aussen- und Innenindices von jedem Interessenten leicht berechnet werden, soweit sie nicht schon oben (S. 88 und 128) angegeben worden sind.

Dorpat, im Juli 1905.

Fernere Literatur:

Hugo Witt, Die Schädelform der Esten. Dorpat 1879. — E. Schmidt, Die Horizontalebene des menschlichen Schädels, Archiv f. Anthropologie, IX. 1876; — Kraniologische Untersuchungen; ebenda, XII. 1880. — H. Klaatsch, Entstehung und Entwicklung des menschlichen Geschlechts. In „Weltall und Menschheit“, herausgegeben von Krämer, II. Band. — Aurel v. Török, Versuch einer systematischen Charakteristik des Kephalindex; Archiv f. Anthropologie, Neue Folge Bd. IV, 1906. — G. Kramberger, Der diluviale Mensch von Krapina; Biologisches Centralblatt Bd. 25, Nr. 23 und 24, 1905.

IX. Erklärung der Tafeln.

Tafel IV. Ansichten des Schädels von Kegel.

- Fig. 1. Norma facialis. ca. $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$.
 Fig. 2. Norma lateralis dextra.
 Fig. 3. Norma basalis.
 Fig. 4 u. 5. Norma mediana sinistra und dextra.

Tafel V.

- Fig. 6. Norma mediana sinistra, durch Pausung zur dextra gemacht. Aussen- und Innenbogen. Mit den äusseren Krümmungswinkeln, dem äusseren Polygon und einer Anzahl von anderen Linien. $nb = 104$; $nc = 80$; $eb = 44$; $nc + eb = 124$; $nsf = 82$; $sfb = 24$; $nsf + sfb = 106$; $bo = 35$; $oi = 44$; $bi = 77$ mm. n = Nasion; b = Basion; o = Opisthion; i = Inion; i' = Epi-Inion; i'' = Hypo-Inion; l = Lambda; br = Bregma; fw = frontale Wölbung; pw = parietale Wölbung; oow = obere occipitale Wölbung; s, s = Sinus frontalis; a = Punctum limitans; gl = Glabella; t = Typhlon = Foramen coecum; e = Ephippion = hinterer Medianpunkt des Dorsum sellae; c = Confluens = Endo-Inion; sf = Sphenon (Grenze des Sphenoidale und Occipitale). Bei b die Crista occipitalis anterior.
- Fig. 7. Schädel der Norm. Aussen- und Innenbogen des Medianschnittes. Zur Vergleichung mit Figur 6. Bei b die Crista occipitalis posterior. $tc = 57$; $eb = 50$; $te + eb = 107$; $nx = 17$ mm.

Tafel VI.

- Fig. 8. Innenbogen des Schädels von Kegel mit der gebrochenen und diagonalen inneren Basislinie. t = Typhlon; b = Basion; o = Opisthion; c = Confluens = Endo-Inion; el = Endolambda; ehr = Endobregma; fw' = innerer Frontalgipfel; pw' = innerer Parietalgipfel; oow' = innerer oberer Occipitalgipfel; uow' = innerer unterer Occipitalgipfel. Inneres End- und inneres Wölbungspolygon. bl, bl = Vertikale auf die innere Basalis; cl, cl = Vertikale auf die Typhlon-Confluenslinie ($t-c$). $cl-cl = 160$; $bl-bl = 147$ mm.
- Fig. 9. Neigung der Stirn des Schädels von Kegel. Buchstabenerklärung s. bei Figur 6 u. 8. $nx = 30$; $td = 10$; $gb = 116$ mm.

Tafel VII.

- Fig. 10. Schädel von Kegel (schwarz) und Schädel der Norm (blau), in gleicher Einstellung auf das Planum ethmoidale (*pe*) und den Clivus. Die mit ' bezeichneten Buchstaben beziehen sich auf den Schädel von Kegel. *b* = Crista occipitalis posterior; *b'* = Crista occipitalis anterior.
- Fig. 11. Äusserer und innerer Medianbogen des Schädels von Kegel (schwarz) und der Norm (blau). Einstellung auf die Nasion-Inionlinie.

Tafel VIII.

- Fig. 12. Medianschnitte des Schädels von Kegel (schwarz) und der Norm (blau). Einstellung auf die äussere Basalis.
- Fig. 13. Äusseres Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Dieses ist gestrichelt, jenes hat ausgezogene Linien. *fn* = 186; *fn' i'* = 172.

Tafel IX.

- Fig. 14. Inneres medianes Wölbungspolygon des Schädels der Norm und von Kegel. Paramedianes Wölbungspolygon von *N* (Norm) und *K* (Kegel). *fn* *c* = 159; *fn' c'* = 147; ○ und ⊙ gehören zu *N*, + und ± zu *K*.
- Fig. 15. Äussere und innere End-Polygone des Schädels der Norm (*N*) und von Kegel (*K*). Einstellung auf die äussere Basallinie *nb*.

Tafel X. Umwandlungsversuche. Die Figuren 16—27 haben gegen $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

- Fig. 16. Schädel vom Neandertal und von Kegel.
- Fig. 17. Schädel von Kegel und vom Neandertal.
- Fig. 18. Schädel vom Neandertal und der Norm.
- Fig. 19. Schädel der Norm und vom Neandertal.
- Fig. 20. Schädel des Neandertalers und des Elsässer Weibes.
- Fig. 21. Schädel des Elsässer Weibes und des Neandertalers.

Tafel XI. Umwandlungsversuche.

- Fig. 22. Schädel des Neandertalers und eines sechsjährigen Kindes.
- Fig. 23. Schädel eines Kindes und des Neandertalers.
- Fig. 24. Schädel des Neandertalers und eines Neu-Irländers.
- Fig. 25. Schädel eines Neu-Irländers und des Neandertalers.
- Fig. 26. Aussenbogen von Neandertal und Innenbogen von Kegel.
- Fig. 27. Schädel eines Elsässer Mannes und des Neandertalers. Die Umriss der Elsässer, des Neu-Irländers und des Neandertalers sind Kopien Schwalbescher Zeichnungen.

Fig. 2



Fig. 3

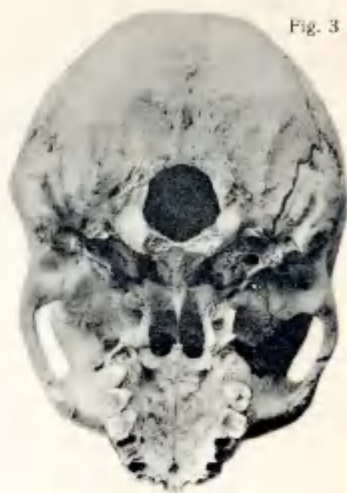


Fig. 1



Fig. 4

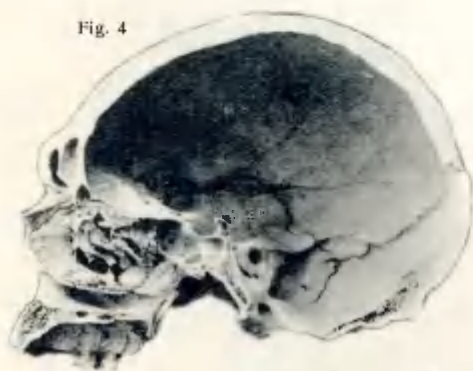
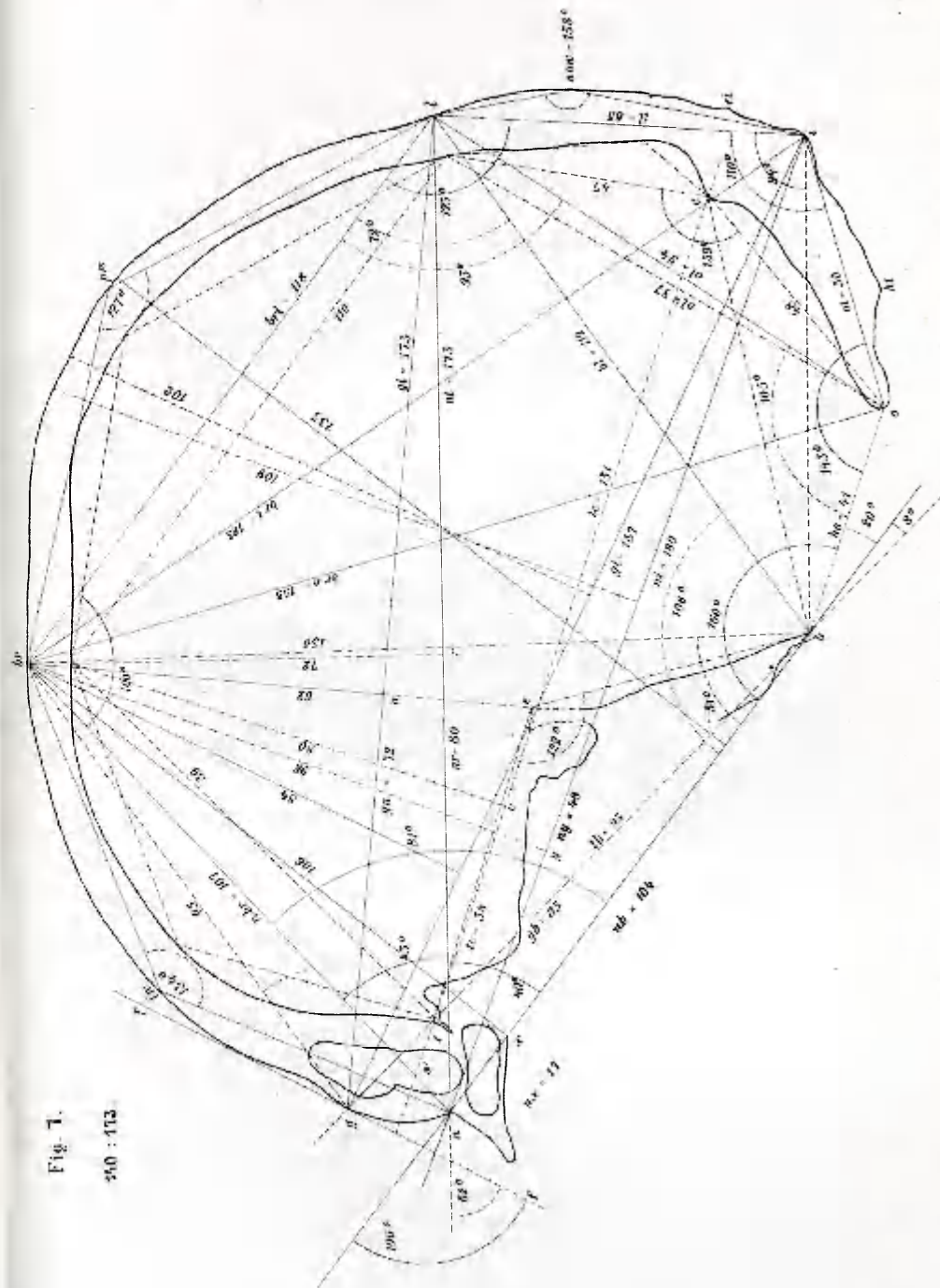
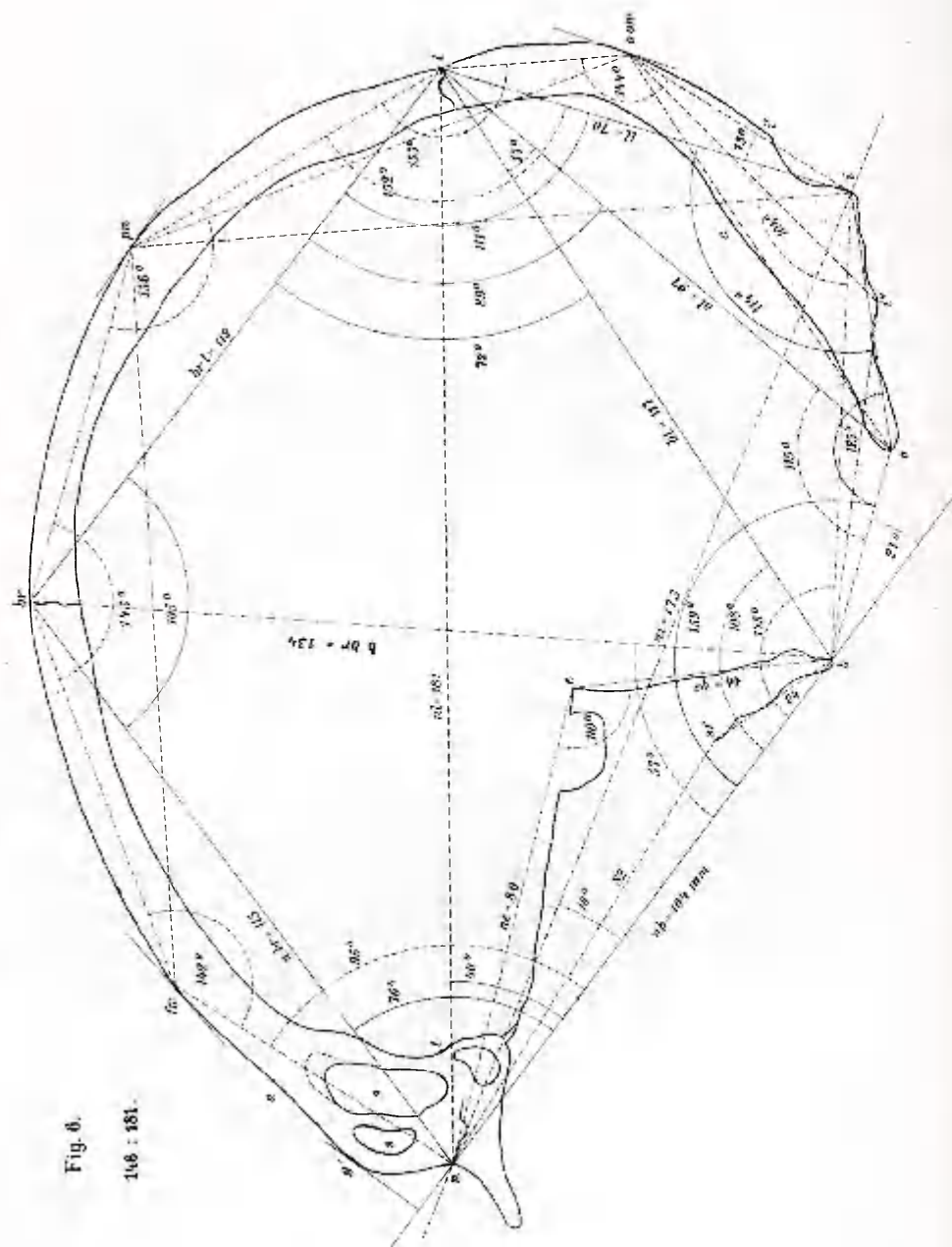


Fig. 5



A. Rauber, Der Schädel von Kegel.



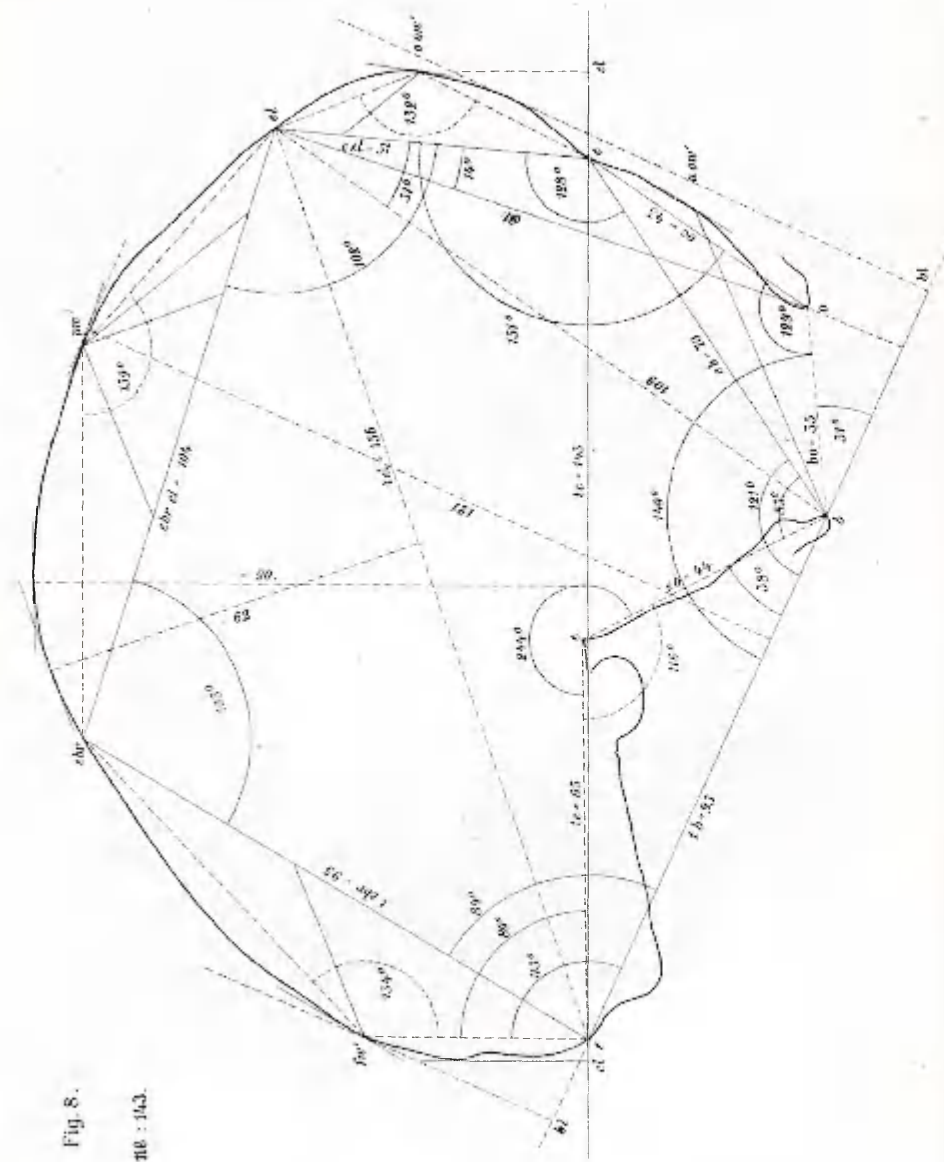
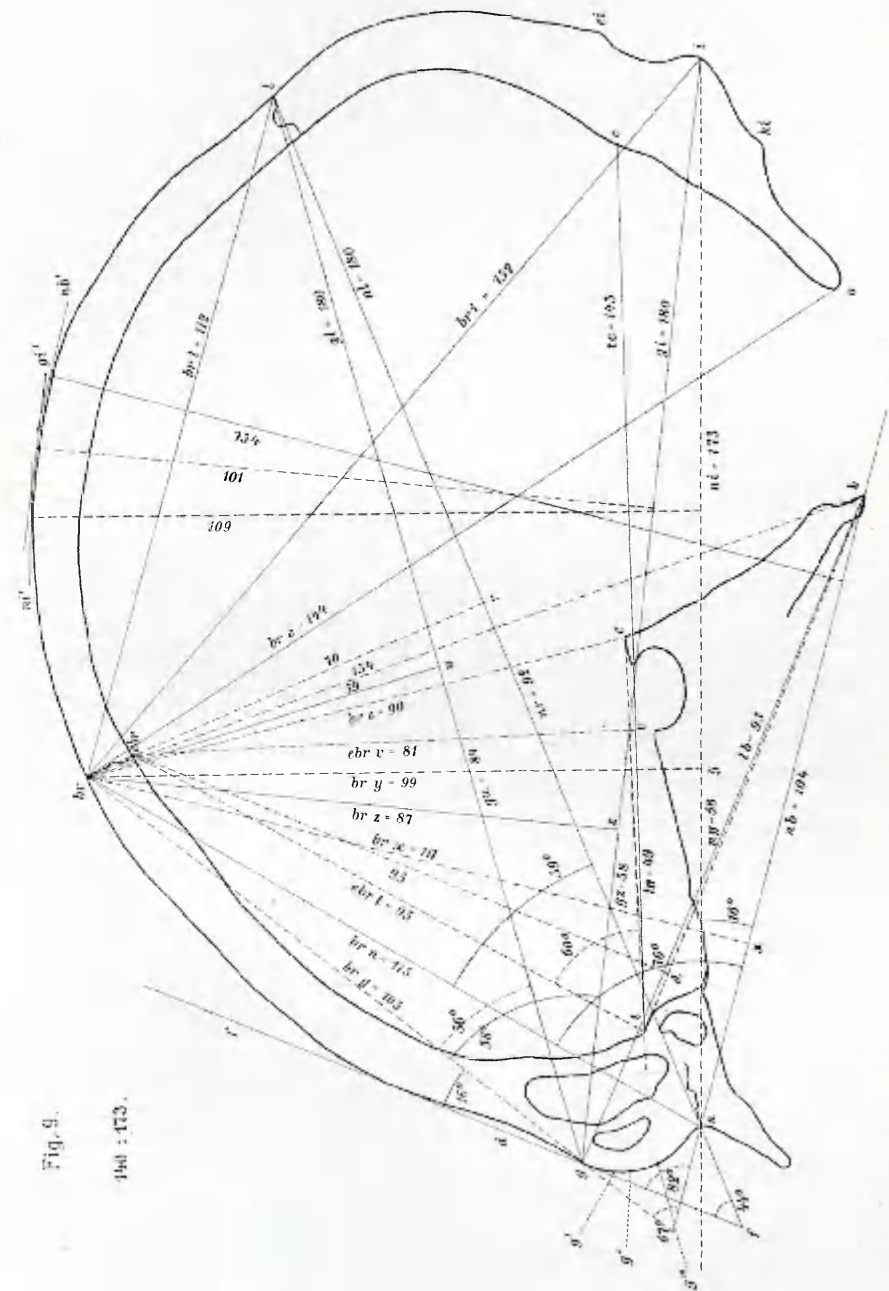


Fig. 8.

110 : 143.



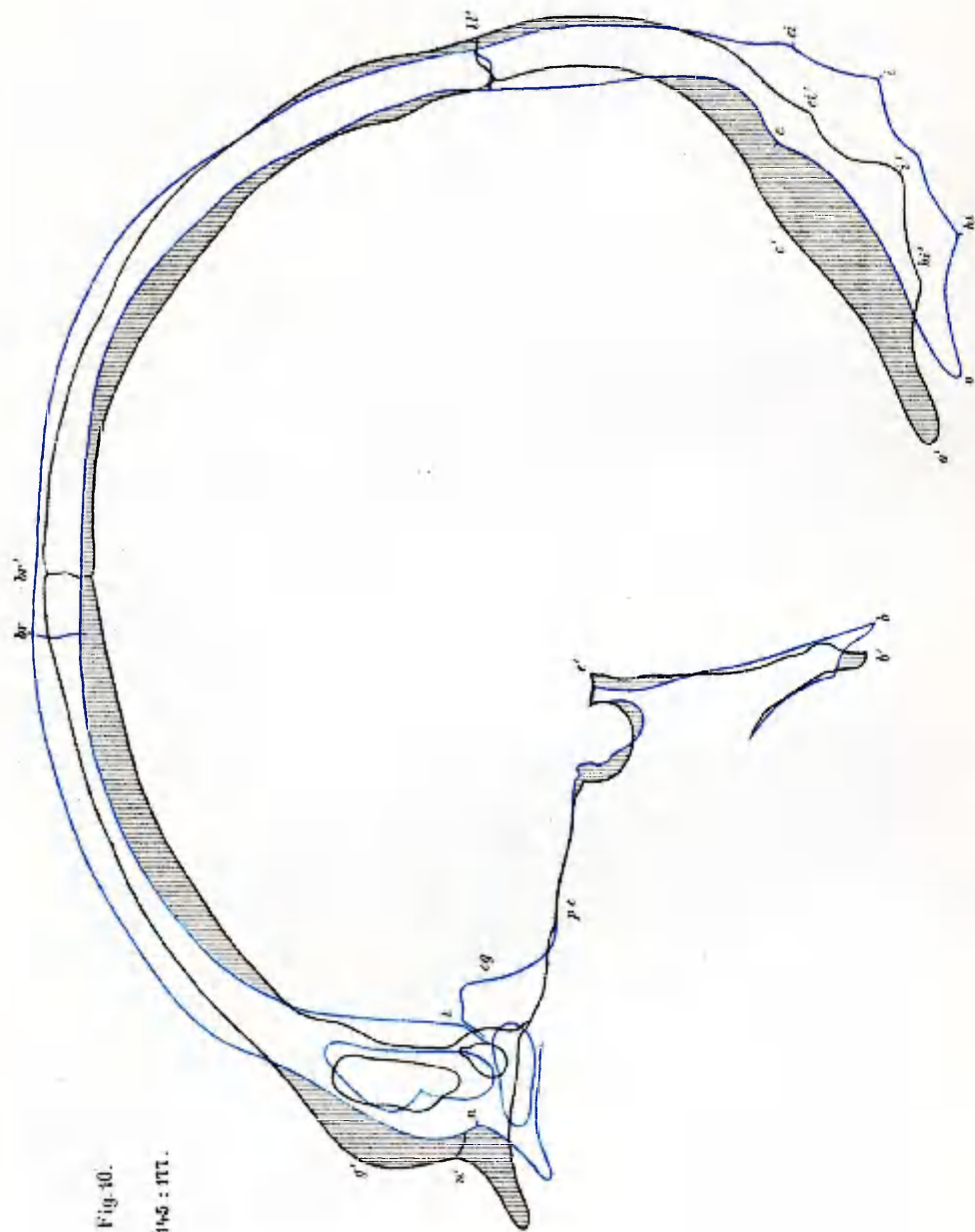


Fig. 10.

145 : 177.

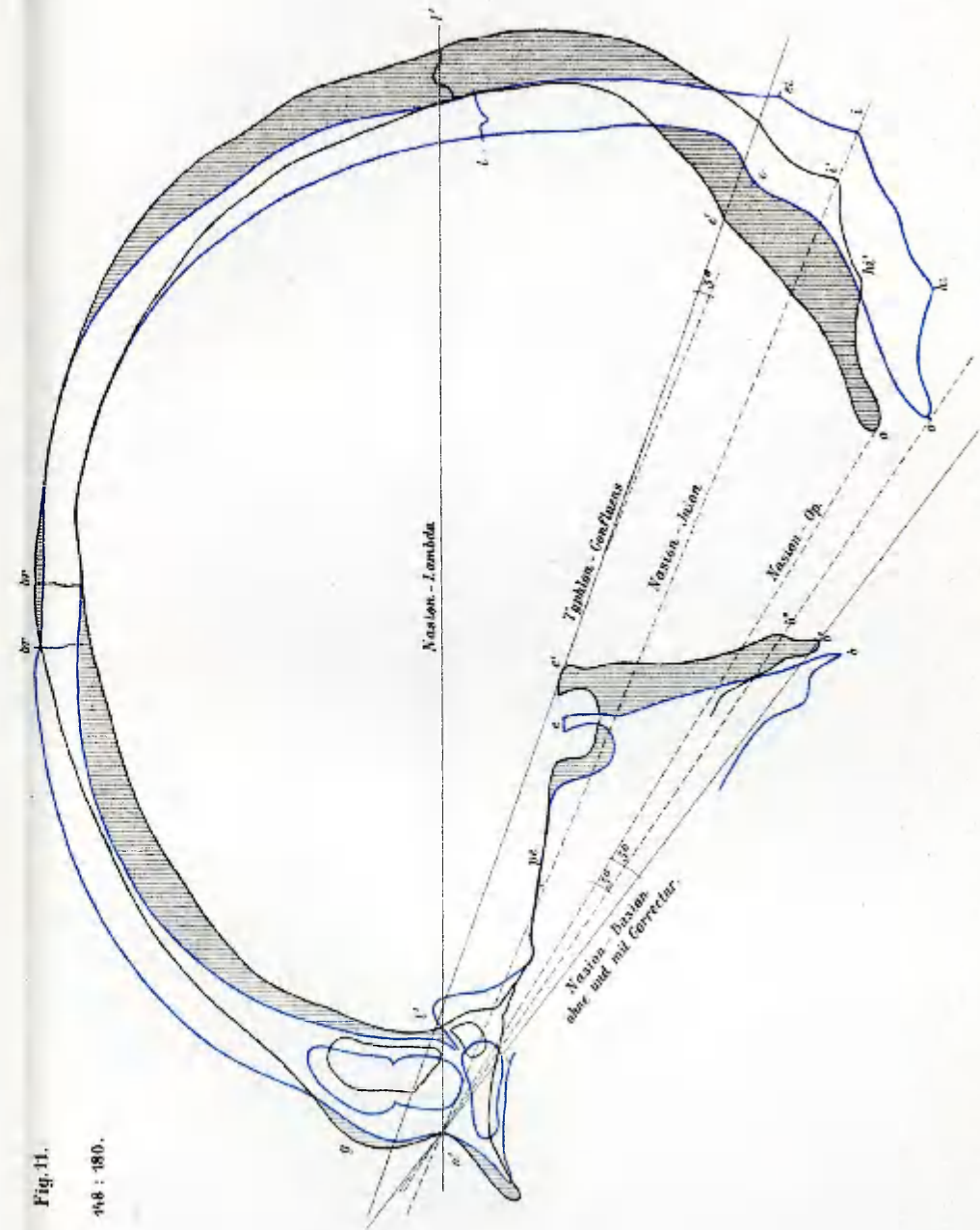


Fig. 11.

148 : 190.

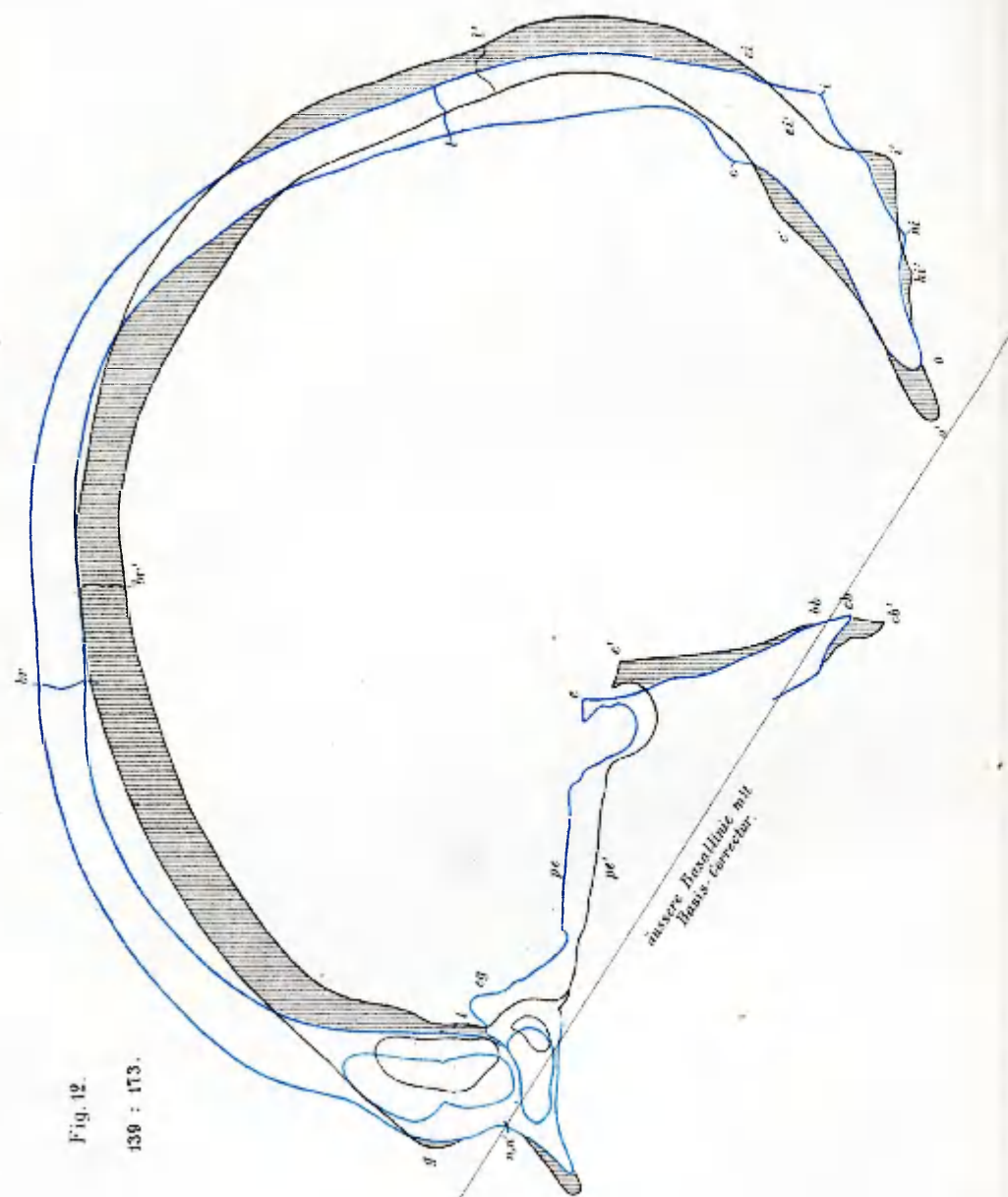


Fig. 12.
139 : 173.

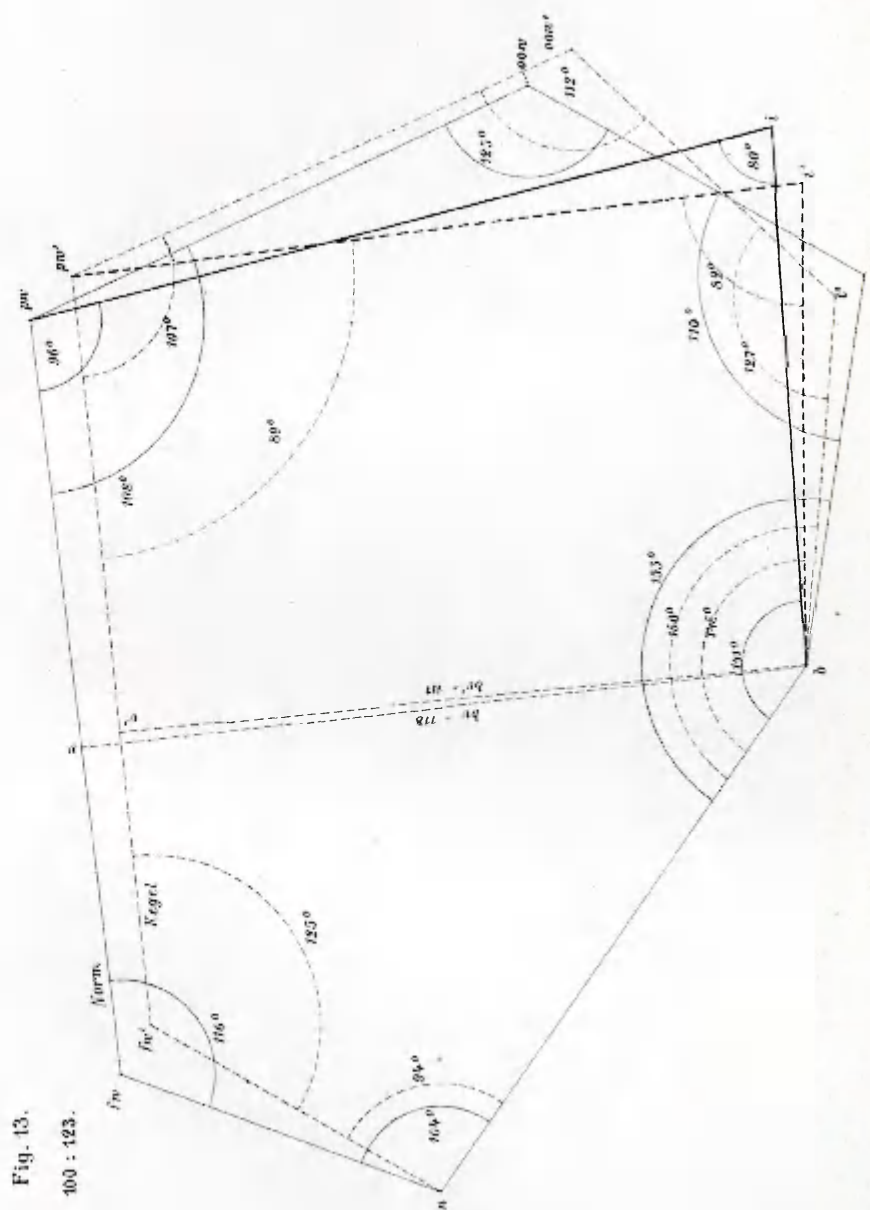


Fig. 13.
100 : 123.

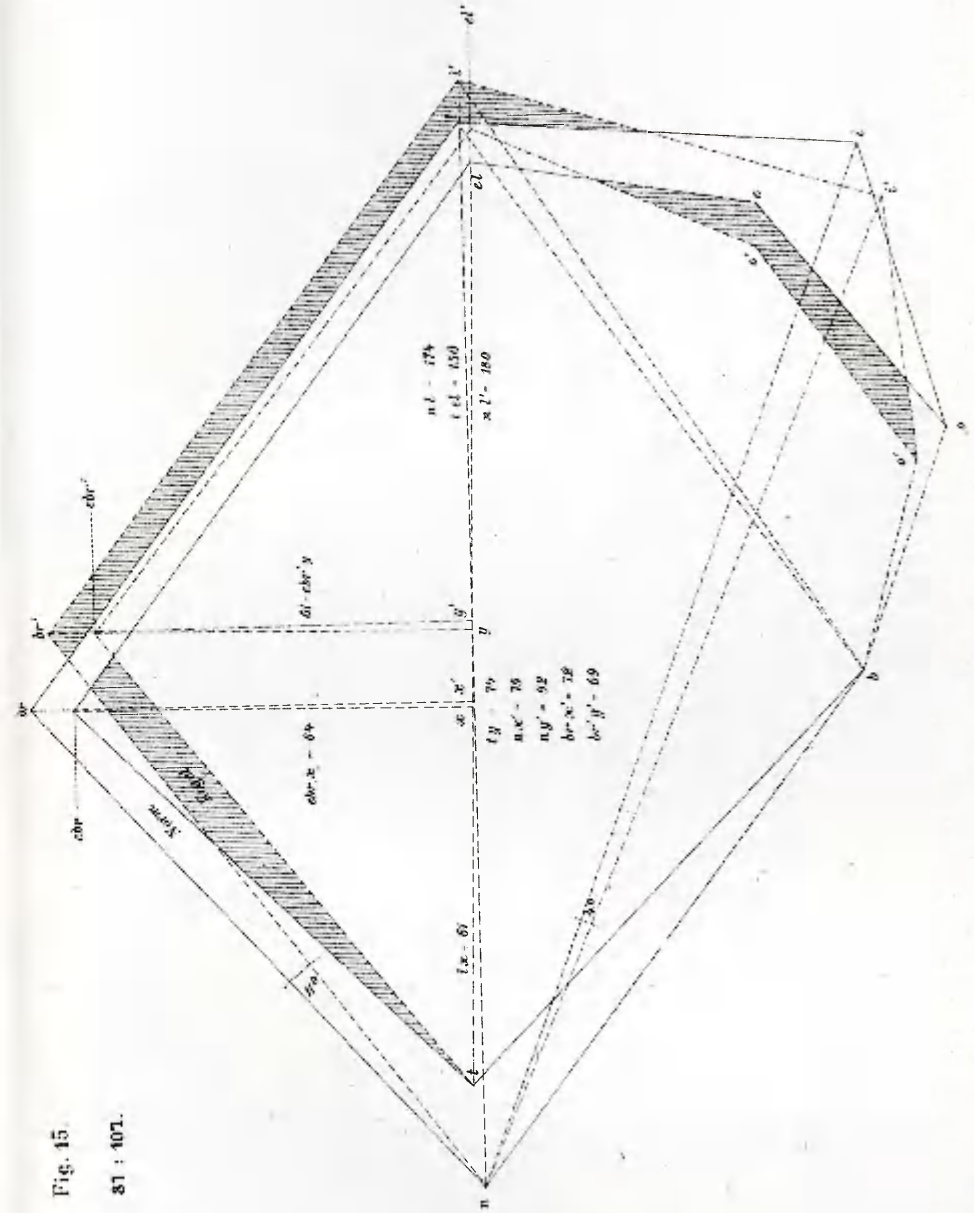
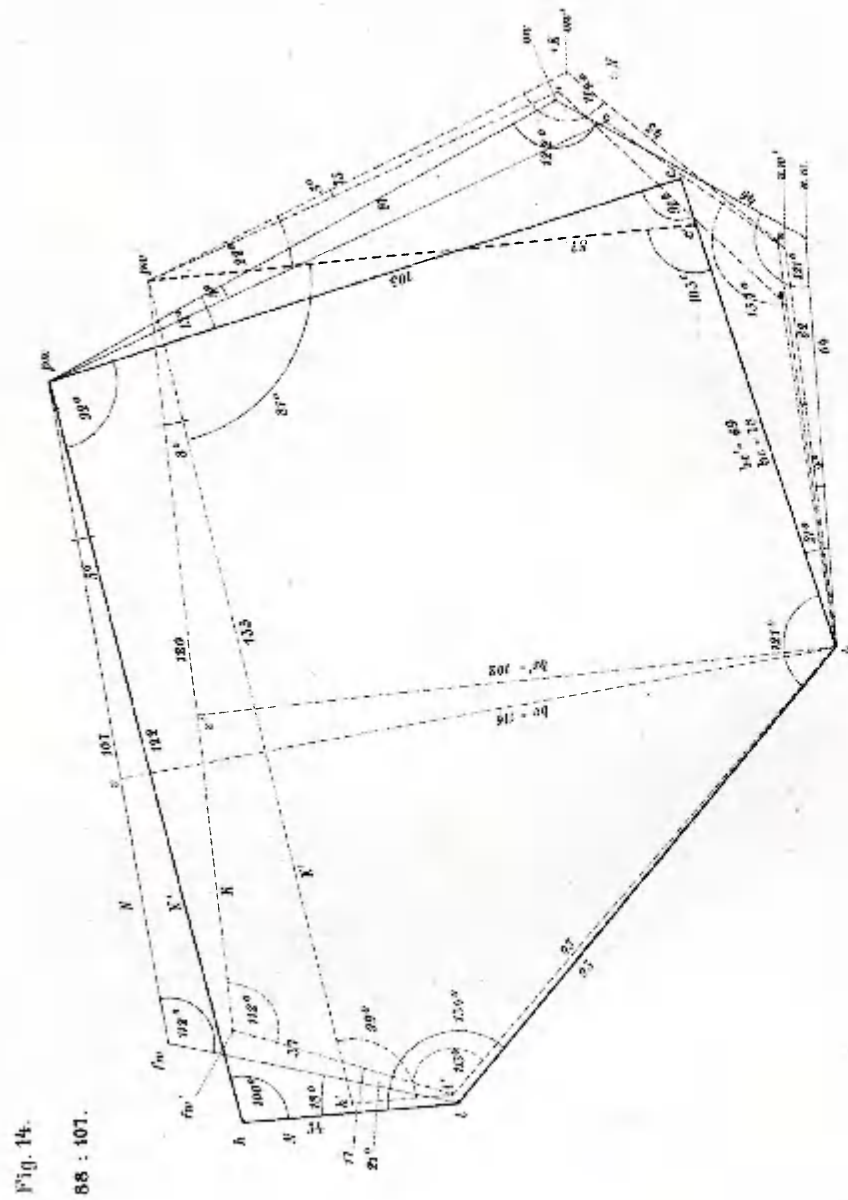


Fig. 16.

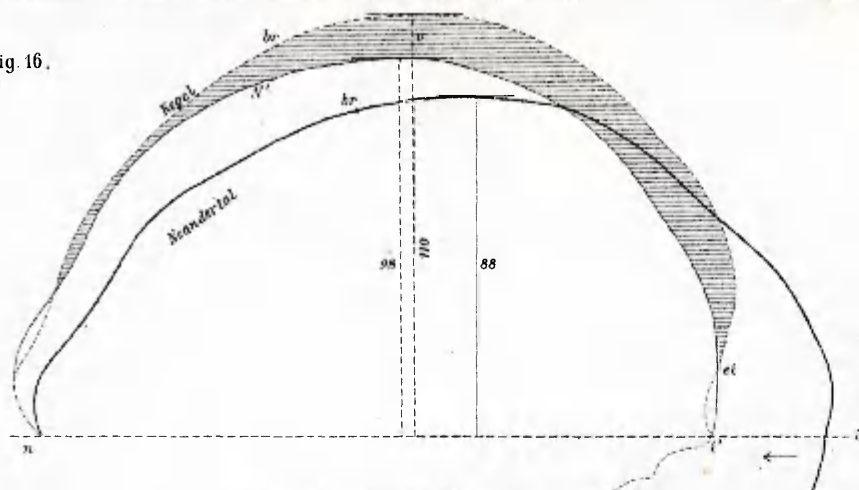


Fig. 17.

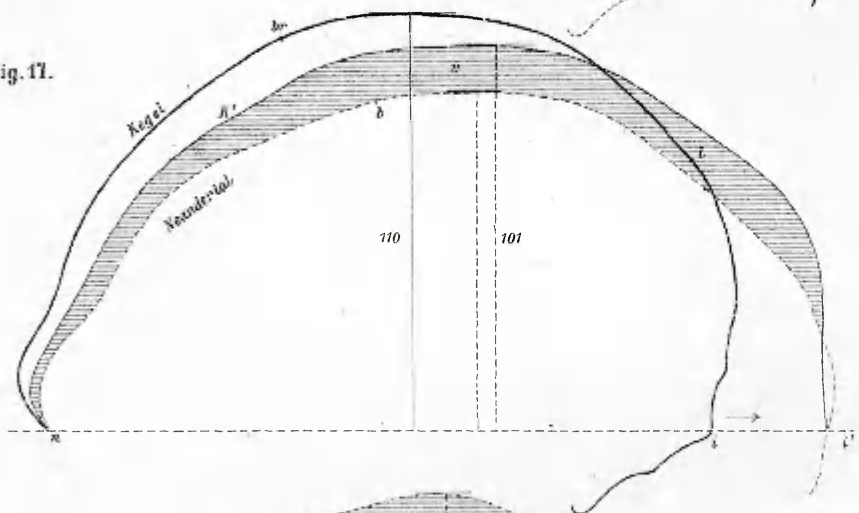


Fig. 18.

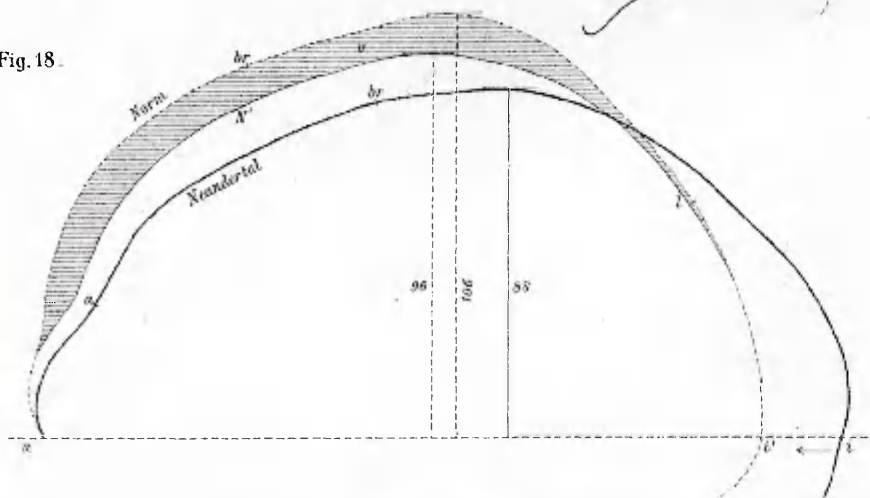


Fig. 19.

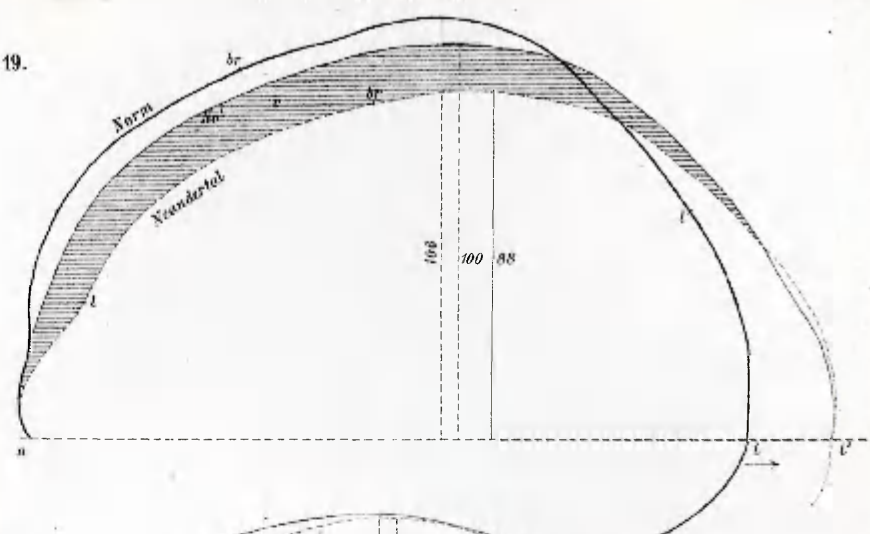


Fig. 20.

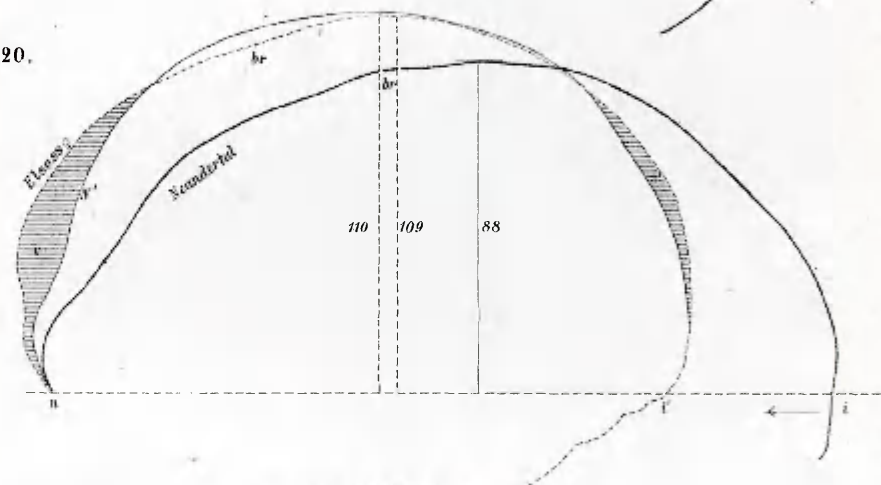


Fig. 21.

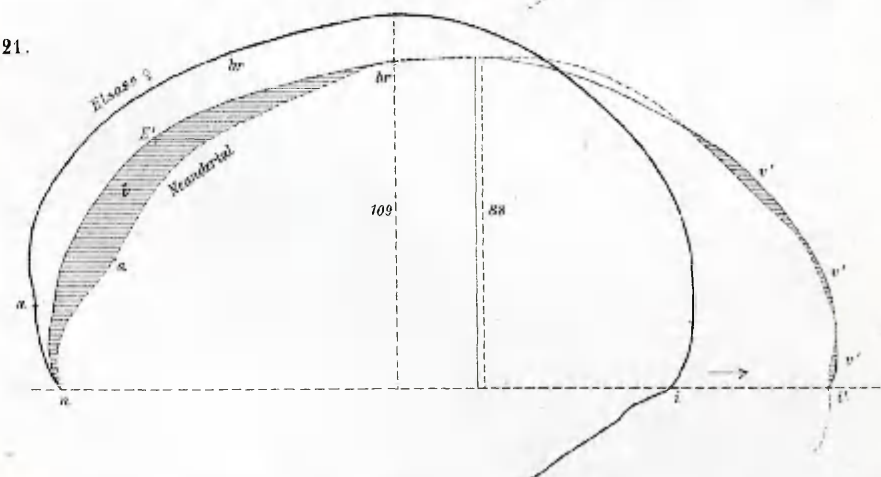


Fig. 22.

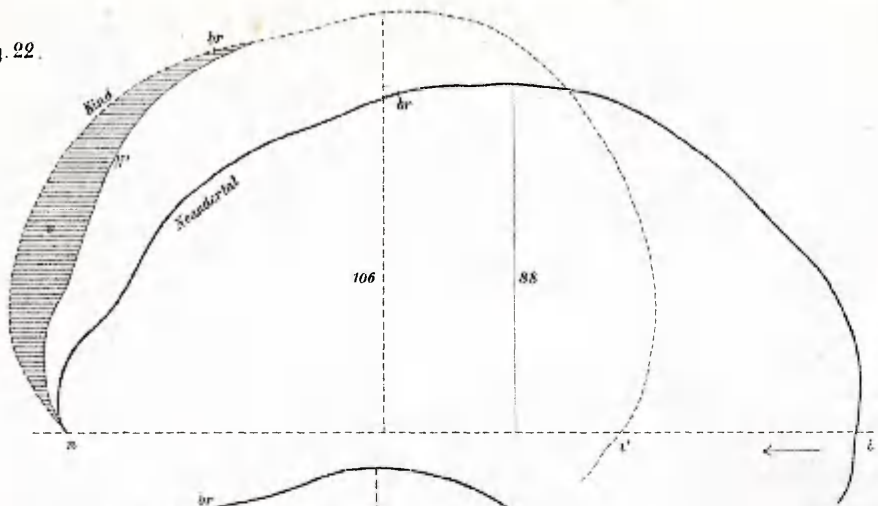


Fig. 23.

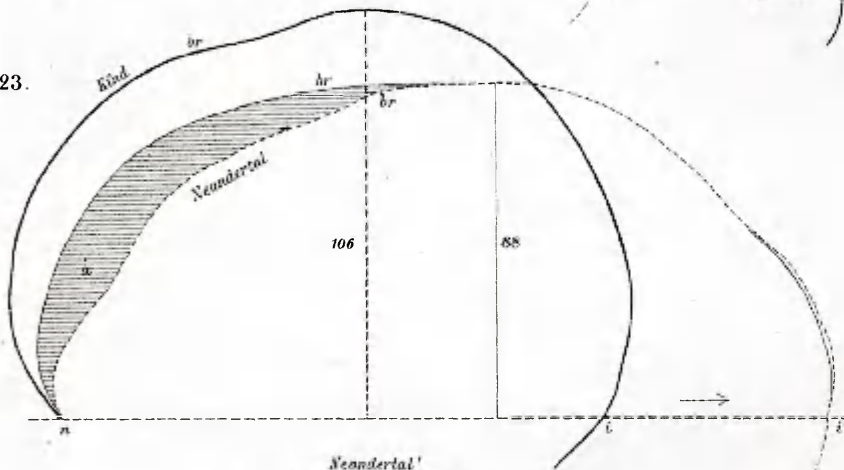


Fig. 24.

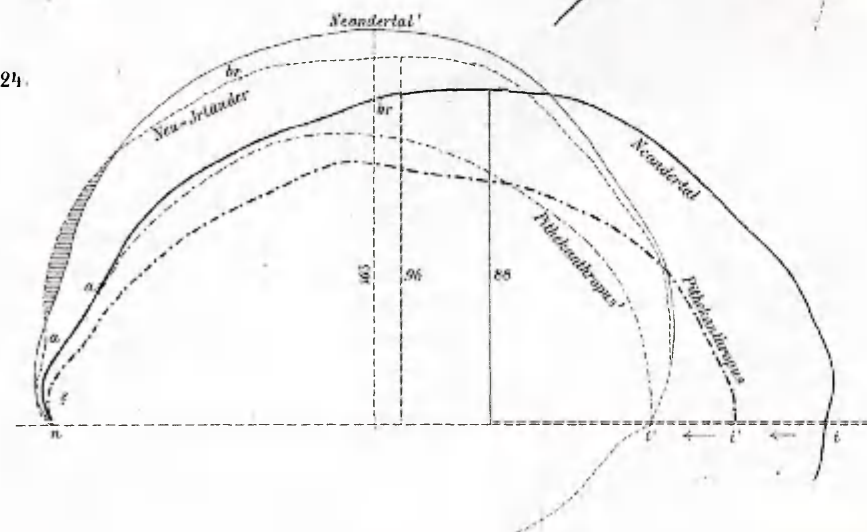


Fig. 25.

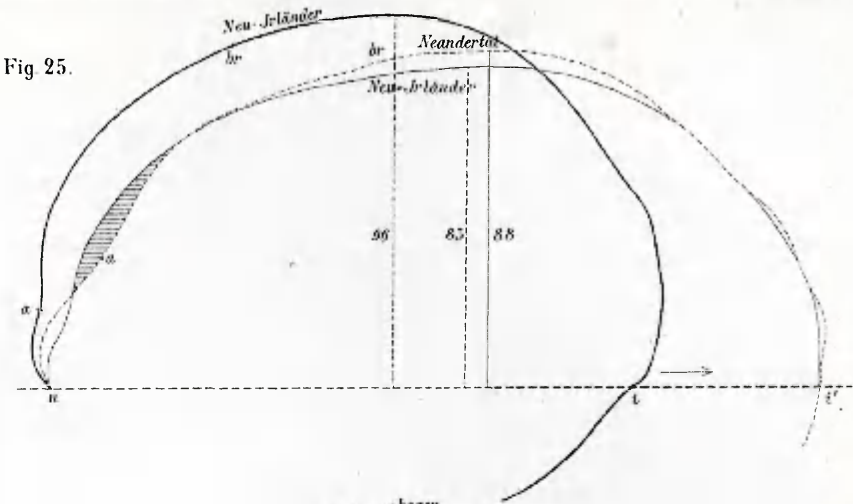


Fig. 26.

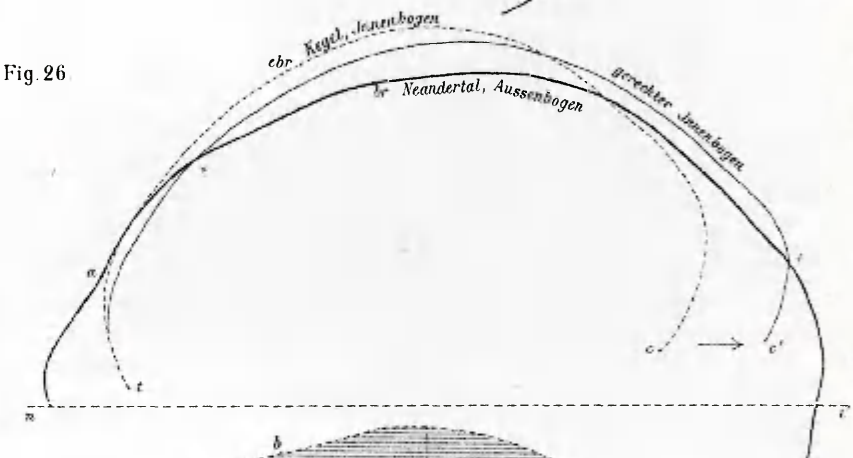


Fig. 27.

